سلسلة المشاريع الإلكترونية (٦)

المذبذبات والمؤقتات الزمنيّة ومولدات الدَّوال

م. أحمد عبد المتعال



المذبذبات والمؤقتات الزمنية
ومولدات الدوال

بسم الله الرحمن الرحيم

سلسلة المشاريع الإلكترونية (٦)

المذبذبات والمؤقتات الزمنية ومولدات الدوال

إعداد

م. أحمد عبد المتعال   م. حمدي السيد متولي

الكتاب : المذبذبات والمؤقتات الزمنية ومولدات الدوال

(سلسلة المشاريع الإلكترونية - ٦)

المؤلف : م. أحمد عبد المتعال - م. حمدى السيد متولى

رقم الطبعة : الأولى

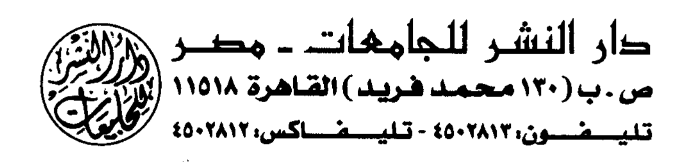
تاريخ الإصدار : ١٤٢٥هـ - ٢٠٠٤م

الناشر : دار النشر للجامعات

رقم الإيداع : ١٤٨٠٠/ ٩٨

الترقيم الدولى : ISBN: 977 - 316 - 003 - 3

الكود : ٢/٨٧


دار النشر للجامعات - مصر
ص. ب (١٣٠ محمد فريد) القاهرة ١١٥١٨
تليفون: ٤٥٠٢٨١٣ - تليفاكس: ٤٥٠٢٨١٢

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ (١٥) ﴾ [الأحقاف : ١٥] .

صدق الله العظيم



المحتويات

الموضوع الصفحة

الباب الأول

مفاهيم أساسية

الباب الثانى

العناصر الإلكترونية المستخدمة فى الدوائر الإلكترونية

الباب الثالث

دوائر عملية للمذبذبات الأحادية الاستقرار

الباب الرابع

دوائر عملية للمذبذبات اللامستقرة

الباب الخامس

مولدات الدوال ودوائرها العملية

الباب السادس

تطبيقات على المذبذبات أحادية الاستقرار

الباب السابع

تطبيقات على المذبذبات اللامستقرة

الملاحق

الباب الأول

مفاهيم أساسية

مفاهيم أساسية

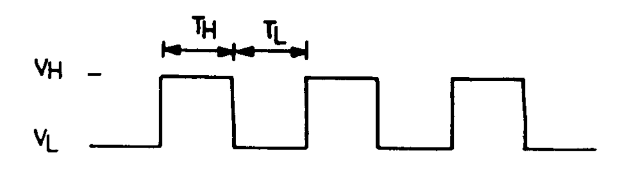
١ / ١ - المذبذبات Multivibrators

تعتبر المذبذبات هى القلب النابض فى معظم أنظمة التحكم الرقمية فبعض أنظمة التحكم الرقمية تحتاج إلى نبضات مربعة حتى يحدث تزامن لعملياتها، والبعض الآخر يحتاج هذه النبضات لإجراء بعض القياسات الزمنية فى حين تحتاج بعض الأنظمة الرقمية لنبضة واحدة بزمن محدد لإجراء بعض العمليات وهكذا.

أولا : المذبذبات العديمة الاستقرار Astable Multivibrators

وتسمي هذه المذبذبات أحياناً بالمذبذبات الحرة Free Running M.V .

وتقوم هذه المذبذبات بتوليد موجات مربعة كما بالشكل (١ - ١).



شكل (١ - ١)

حيث يتغير جهد هذه الموجات بين قيمتين ثابتتين وهما الجهد العالى V high والجهد المنخفض V low ويكون زمن بقاء الجهد عالياً TH وزمن بقاء الجهد منخفضاً TL ويعرف معامل دورة الخدمة Service Duty cycle بالمعادلة التالية :

$$D = \frac{T_H}{T_H + T_L} \qquad (1 - 1)$$

ويكون زمن الدورة مساوياً :

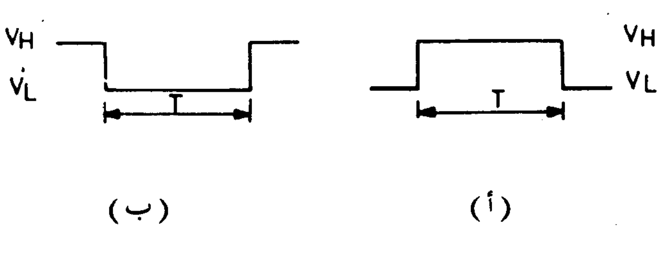
$$T = T_H + T_L \quad \text{Sec} \qquad (1 - 2)$$

ويكون تردد المذبذب العديم الاستقرار مساوياً :

$$F = \frac{1}{T} \quad HZ \qquad (1\text{-}3)$$

ثانياً : المذبذبات الأحادية الاستقرار Monostable Multivibrator

وتقوم هذه المذبذبات بتوليد نبضة واحدة عالية أو منخفضة كما بالشكل (١ – ٢) .



شكل (١ – ٢)

ففي الشكل (أ) نبضة عالية زمنها T ، وفي الشكل (ب) نبضة منخفضة زمنها T .

فبعض المذبذبات الأحادية الاستقرار يكون خرجها منخفضاً Vlow في الحالة الطبيعية وعند قدحها تخرج نبضة عالية زمنها (T) أى يصبح جهد خرجها عالياً Vhigh لمدة زمنية (T) .

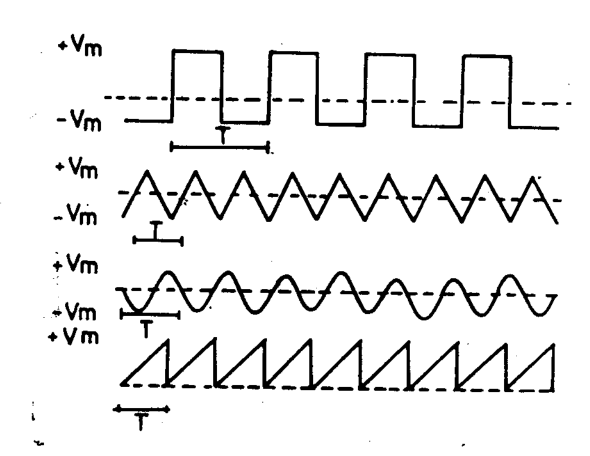
وبعض المذبذبات الأحادية الاستقرار يكون خرجها عالياً Vhigh في الحالة الطبيعية، وعند قدحها تخرج نبضة منخفضة زمنها (T) أى يصبح جهد خرجها منخفضاً Vlow لمدة زمنية (T) .

ولعل من أكثر التطبيقات التى تستخدم فيها المذبذبات الأحادية الاستقرار هى المؤقتات الزمنية والتى تكون مزودة عادة بريلاى في المخرج حيث يقوم الريلاى بعكس حالة ريشته عند قدح المؤقت لمدة زمنية (T) .

١ / ٢ – مولدات الدوال Function Generators

تقوم مولدات الدوال بتوليد موجات لها أشكال مختلفة كالموجات المربعة والموجات المثلثة والموجات الجيبية . . . إلخ والتى نحتاج إليها في اختبار وإصلاح ومعايرة الأجهزة الإلكترونية والشكل (١ – ٣) يعرض نماذج مختلفة للموجات التى يمكن الحصول عليها من مولدات الدوال وهى كما يلى :

موجة مربعة – موجة مثلثة – موجة جيبية – موجة على شكل أسنان المنشار.



شكل (١ – ٣)

حيث إن:

القيمة القصوى لسعة الموجة	Vm
زمن الموجة الكاملة	T

ويكون تردد الموجة مساويًا:

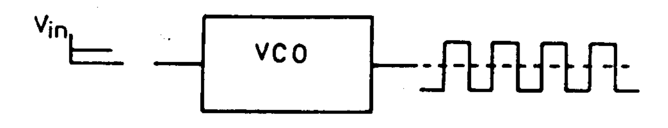
$$F = \frac{1}{T} \quad HZ \qquad (1 - 4)$$

وتتميز مولدات الدوال بإمكانية تغيير كلٍّ من شكل الموجة، وتردد الموجة، والقيمة القصوى للموجة.

١ / ٢ / ١ – محولات الجهد المتردد VCO

هذه المحولات تعمل على تحويل إشارة الجهد إلى تردد مكافئ بنسبة معينة كما هو مبين بالشكل (١ – ٤) .. وفيما يلي العلاقة بين قيمة الجهد الداخل وتردد الموجة الخارجة.

$$V_{in} = KF_o \qquad (1-5)$$



شكل (١ - ٤)

حيث إن :

الجهد العالى	V_{in}
ثابت	K
تردد الموجة الخارجة	F_o

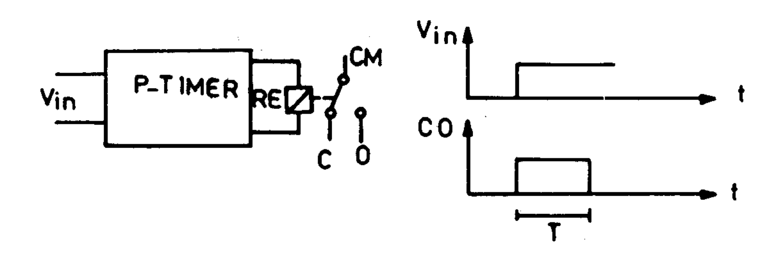
ويختلف شكل الموجة الخارجة من محول جهد من لتردد لآخر. فمنها ما يكون خرجه موجة مربعة، ومنها ما يكون خرجه موجة جيبية ومنها ما يكون خرجه موجة مثلثة . . . . . إلخ .

أما سعة الموجة الخارجة فتكون قيمة ثابتة عند أى قيمة للجهد الداخل .

١ / ٣ - المؤقتات الزمنية

تنقسم المؤقتات الزمنية حسب خواصها إلى ثلاثة أنواع وهى :

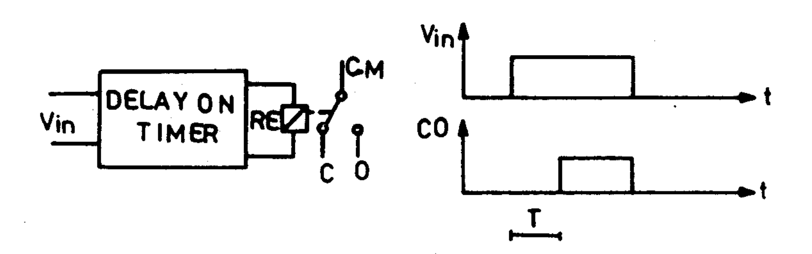
١ - مؤقتات زمنية نبضية Pulse Timer، والشكل (١ - ٥) يبين خواص هذه المؤقتات .



شكل (١ - ٥)

فعند دخول إشارة الدخل Vin على المؤقت الزمنى تنعكس حالة ريش ريلاى الخرج القلاب CO للمؤقت RE فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة والمفتوحة مغلقة مدة زمنية مقدارها T، ثم بعد ذلك ترجع ريش ريلاى الخرج لوضعها الطبيعى.

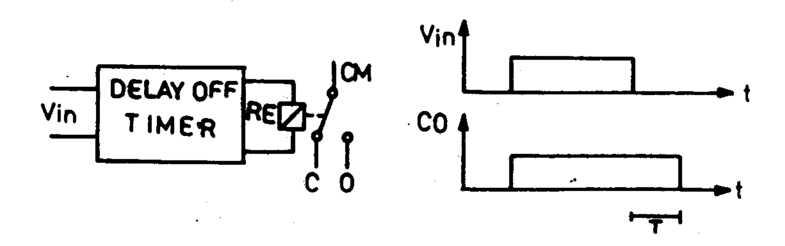
٢ - مؤقتات تؤخر عند التوصيل Delay ON Timer والشكل (١ - ٦) يبين خواص هذه المؤقتات.



شكل (١ - ٦)

فعند دخول إشارة الدخل Vin على المؤقت الزمنى تنعكس حالة ريش ريلاى الخرج RE بعد تأخير زمنى T، فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة والريشة المفتوحة مغلقة، وتظل على هذا الحال لحين انقطاع التيار الكهربى عن دخل المؤقت.

٣ - مؤقتات تؤخر عند الفصل Delay OFF Timer . والشكل (١ - ٧) يبين خواص هذه المؤقتات.



شكل (١ - ٧)

فعند وصول التيار الكهربى لدخل هذه المؤقتات تنعكس حالة ريش ريلاى خرج المؤقت RE فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة،والريشة المفتوحة مغلقة وتظل حالة ريش

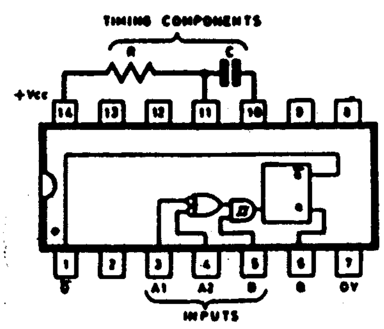
المؤقت على هذه الحالة حتى بعد انقطاع التيار الكهربى عن دخل هذه المؤقتات لمدة زمنية مقدارها T .

١ / ٤ – الدوائر المتكاملة للمذبذبات

١ / ٤ / ١ – الدوائر المتكاملة TTL للمذبذبات أحادية الاستقرار

يوجد أنواع مختلفة من الدوائر المتكاملة TTL تعمل كمذبذبات أحادية الاستقرار مثل : 74123 - 74122 - 74121 ، والاختلاف بين هذه الدوائر يكمن فى طريقة إشعالها، فبعضها (محدد الإشعال) Retriggerable حيث يمكن تكبير زمن نبضة الخرج بإرسال نبضتى إشعال للدخل، الزمن بينهما أقل من زمن نبضة الخرج عند إرسال نبضة إشعال واحدة .

والبعض الآخر (غير محدد الإشعال) Not Retriggerable أى لا يمكن تغيير زمن نبضة الخرج بإرسال نبضات دخل متلاحقة .

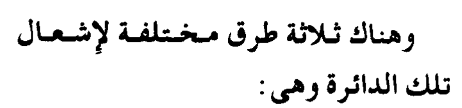


INPUTS			OUTPUTS	
$\bar{A}_1$	$\bar{A}_2$	B	Q	$\bar{Q}$
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	X	L	H
H	↓	H	⎍	⎏
↓	H	H	⎍	⎏
↓	↓	H	⎍	⎏
L	X	↑	⎍	⎏
X	L	↑	⎍	⎏

H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level
X = Don't care
↑ = LOW-to-HIGH transition
↓ = HIGH-to-LOW transition

شكل (١ – ٨)

وتعتبر الدائرة المتكاملة 74121 من النوع غير محدد الإشعال . والشكل (١ –٨) يبين طريقة توصيل مكثف C ومقاومة R معها للحصول على مذبذب أحادى الاستقرار، وكذلك جدول الحقيقة لها والمداخل B و A2 و A1 هى مداخل الإشعال .



وهناك ثلاثة طرق مختلفة لإشعال تلك الدائرة وهى :

١ – بتوصيل A2 و A1 بجهد منخفض L، وبالتالى يتم إشعال المذبذب عند وصول نبضة للمدخل B وذلك عند الحافة الصاعدة .

٢ – بتوصيل B و A1 بجهد عال H،

وبالتالى يتم إشعال المذبذب عند الحافة الهابطة لإشارةالمدخل A_2.

٣ – بتوصيل B و A_2 بجهد عال H، ويتم إشعال المذبذب عند الحافة الهابطة لإشارة المدخل A_1.

زمن النبضة الخارجة $t = 0.693\ RC$

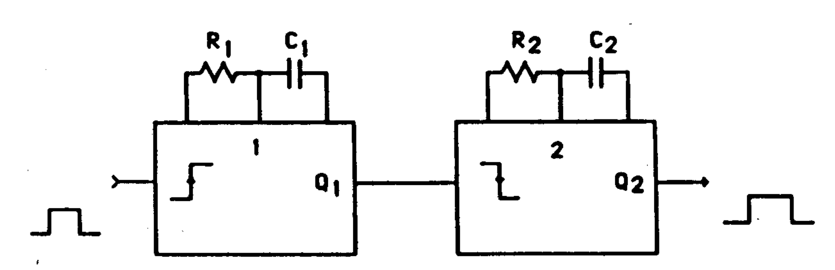
حيث إن :

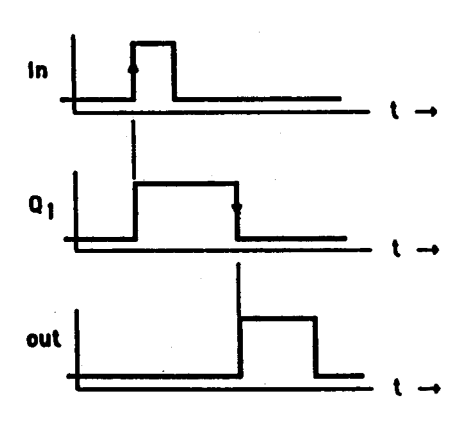
R تتراوح ما بين $(1.5 : 40)\ K\Omega$

و C يتراوح ما بين $(30PF : 1000\mu F)$

ويتراوح الزمن t ما بين $(30\ ns : 28S)$

وتستخدم هذه الدائرة في زيادة زمن النبضات القصيرة ولعمل إزاحة زمنية لنبضة ما. والشكل (١ – ٩) يبين دائرة الإزاحة الزمنية لنبضة ما، وكذلك نبضات الدخل والخرج.





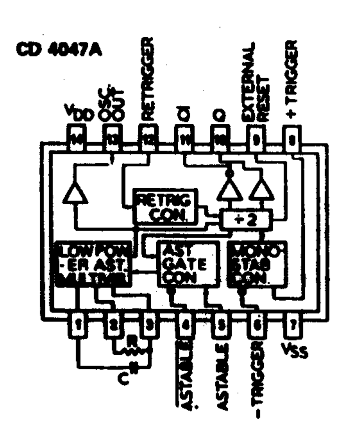
شكل (١ – ٩)

توصل نبضة الدخل إلى المدخل B مع توصيل المدخلين A2 و A1 بجهد منخفض، بينما يوصل خرج الدائرة المتكاملة الأولى إلى المدخل A2 للدائرة المتكاملة الثانية مع توصيل المدخلين B و A1 بجهد عال.

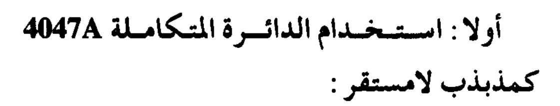
١ / ٤ / ٢ - الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات

من أشهر الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات هى الدائرة المتكاملة CD 4047A حيث يمكن استخدامها كمذبذب لامستقر، وكذلك كمذبذب أحادى الاستقرار. والشكل (١ - ١٠) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة المذكورة.

وتمتاز هذه الدائرة بأنها لا تحتاج إلا لمكثف خارجي واحد غير كيميائى ومقاومة واحدة ولها ثلاثة مخارج وهى: Q و $\overline{Q}$ وخرج المذبذب (الطرف رقم 13).

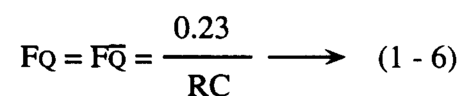


شكل (١ - ١٠)



أولا : استخدام الدائرة المتكاملة 4047A كمذبذب لامستقر :

يتم توصيل الأطراف 6 و 5 و 4 و 14 بالجهد VDD والأطراف 12 و 9 و 8 بالجهد Vss ونأخذ تردد الخرج على الطرفين 10 (Q) ، 11 ($\overline{Q}$) ويساوى.



$$F_Q = F_{\overline{Q}} = \frac{0.23}{RC} \longrightarrow (1 - 6)$$

أما تردد الخرج على مخرج المذبذب (13) فيساوى

$$F_o = 2F = \frac{0.46}{RC} \longrightarrow (1 - 7)$$

كما أنه يمكن تحرير خرج المذبذب في أى لحظة عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير (9).

ثانياً : استخدام الدائرة المتكاملة 4047A كمذبذب أحادى الاستقرار :

يتم توصيل الأطراف 14 و 4 بالجهد VDD، والأطراف 12 و 9 و 7 و 6 و 5 بالجهد Vss وعند الحافة الصاعدة للجهد على مدخل الإشعال 8 تظهر نبضة الخرج على كل من $\overline{Q}$ و Q وزمنها يساوى:

$$T = 2.5\ RC$$

ويمكن تحرير خرج المذبذب عند وصول إشارة عالية على الطرف (9).

١ / ٤ / ٣ - المؤقت 555

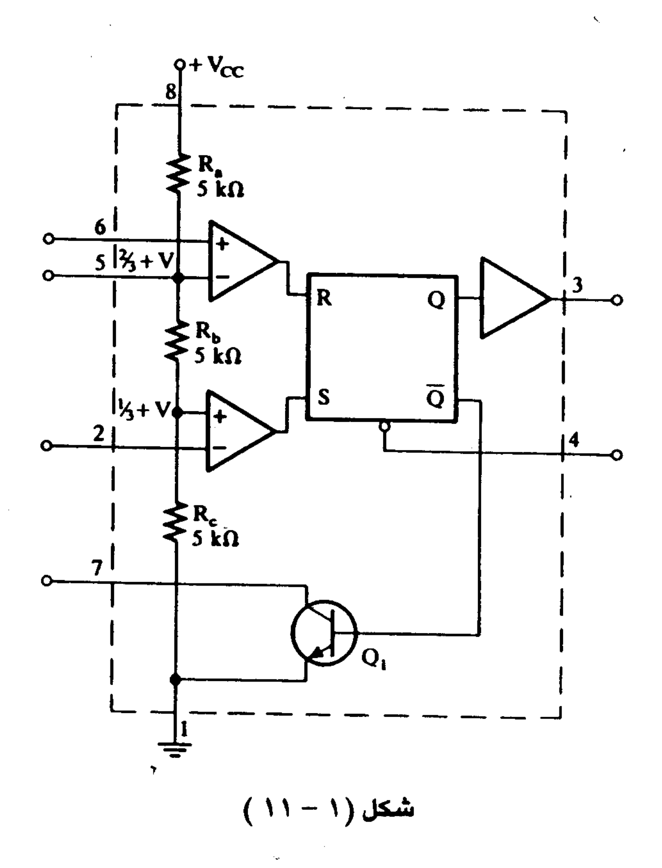
يتواجد المؤقت 555 في صورة دائرة متكاملة تبنى من دائرة رقمية وتناظرية حيث تحتوى على عناصر رقمية وعناصر تناظرية.

فهى تحتوى على عدد اثنين مكبر عمليات **OP- Amp** يستخدمان كمقارنات وعلى قلاب R - S بالإضافة إلى عازل للخرج **buffer** حيث يقوم بزيادة مستوى تيار الخرج للمؤقت. وتحتوى أيضاً على ترانزستور يعمل كمفتاح.

التعريف بأطراف المؤقت 555 :

الأرضى	1
طرف الإشعال	2
طرف الخرج للمؤقت	3
طرف التحرير	4
طرف التحكم	5
مدخل جهد العتبة	6
تفريغ المكثف	7
الجهد الموجب Vcc +	8

والشكل (١ - ١١) يبين التركيب البنائى للمؤقت NE555.



شكل (١ - ١١)

عائلة المؤقت 555:

أ - المؤقت 555 القياسي طراز NE 555:

يوجد فى صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL ذى ثمانية أطراف، ويعمل خلال مدى واسع من جهد التغذية (4.5 : 18V) وتيار دخله (3 : 10mA) وتيار خرجه يصل إلى 200mA.

ب - المؤقت 555 القليل القدرة CMOS طراز ICM 7555 IPA:

يوجد على صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف ذى ثمانية أطراف، ويصل مدى جهد التغذية (2 : 18V) وتيار دخله 120μA وتيار خرجه صغير، ولكنه قادر على تغذية دائرتين متكاملتين من عائلة TTL.

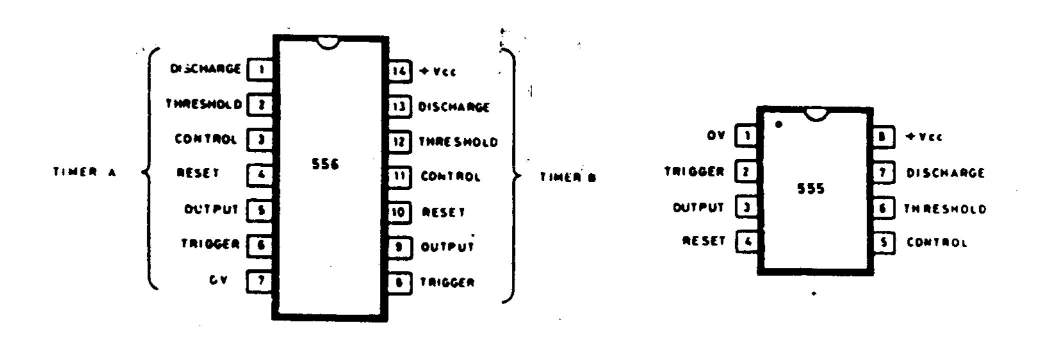
جـ - المؤقت المزدوج طراز NE556A :

يحتوى على مؤقتين 555 قياسيين وهو على شكل دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL ذى أربعة عشر طرفًا، ويمكن استعمال كل مؤقت بشكل منفصل .

د - المؤقت 555 المزدوج والقليل الطاقة CMOS طراز ICM 7556 IPA :

يحتوى على مؤقتين 555 قليلا الطاقة . يمكن استعمال كل مؤقت بشكل منفصل والمؤقت ذو أربعة عشر طرفًا متراصة على شكل مزدوج الصفوف DIL ويتمتع بنفس الخواص الكهربية للمؤقت ICM 7555 IPA .

والشكل (١ - ١٢) يعرض المسقط الأفقى للمؤقت 555 (أ) والمؤقت 556 (ب) .

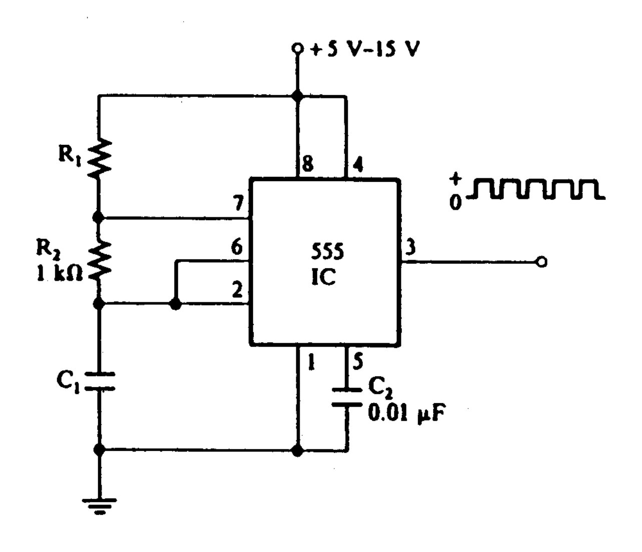


(ب) (أ)

شكل (١ - ١٢)

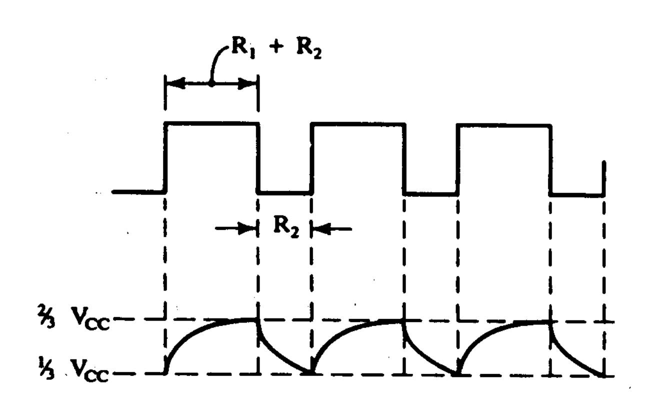
المذبذب عديم الاستقرار باستخدام المؤقت 555 :

الشكل (١ - ١٣) يبين دائرة المذبذب اللامستقر باستخدام المؤقت 555 .



شكل (١ - ١٣)

كما يبين الشكل (١ - ١٤) شكل موجة الخرج Vo وكذلك الجهد على طرفى المكثف C1 .



شكل (١ - ١٤)

زمن بقاء خرج المؤقت عاليًا TH يساوى :

$$TH = 0.7\,(R_1 + R_2)\,C \qquad (1 - 8)$$

زمن بقاء خرج المؤقت منخفضًا TL يساوى :

$$TL = 0.7 R_2 C \qquad (1 - 9)$$

وعليه فإن الزمن الكلى للدورة T يساوى :

$$T = TH + TL \qquad (1 - 10)$$

$$= 0.7\,(R_1 + 2R_2)\,C$$

تردد خرج المذبذب F يساوى :

$$F = \frac{1}{T}$$

$$= \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)\,C_1} \qquad (1\text{-}11)$$

معامل دورة الخدمة D يساوى :

$$D = \frac{TH}{TH + TL} \qquad (1\text{-}12)$$

$$= \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2} \qquad (1\text{-}13)$$

حيث تتراوح قيم المقاومات R_2 , R_1 ما بين $(1K\Omega : 1M\Omega)$ وقيمة المكثف C_1 ما بين $(10\ nF : 10\ \mu F)$.

كما يمكن جعل خرج المذبذب موجة مربعة $(D = 0.5)$ وذلك بتوصيل ثنائى على التوازى مع R_2، بحيث يكون مهبطه متصل بالطرف 7 للمؤقت 555 ، وتظل $R_1 = R_2$ وفي هذه الحالة يكون :

$$TH = 0.7\,R_1 C \qquad (1\text{-}14)$$

$$TL = 0.7 R_2 C \qquad (1\text{-}15)$$

$$F = \frac{1.44}{(R_1 + R_2)\, C} \qquad (1\text{-}16)$$

المذبذب أحادى الاستقرار باستخدام المؤقت 555:

الشكل (١ – ١٥) يبين دائرة المذبذب أحادى الاستقرار باستخدام المؤقت 555.

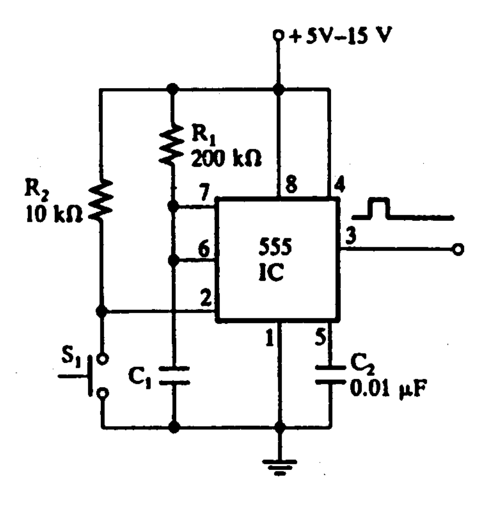
نظرية عمل المذبذب:

بالضغط على المفتاح S_1 ينخفض الجهد الواقع على الطرف (2) للمؤقت، ويصبح خرج المذبذب فى المستوى العالى (H) عند الطرف (3) للمؤقت.

يشحن المكثف C_1 خلال R_1 ويتحول خرج المذبذب إلى المستوى المنخفض (L)، ويظل حتى الضغط على S_1 مرة أخرى.

زمن نبضة الخرج يساوى:

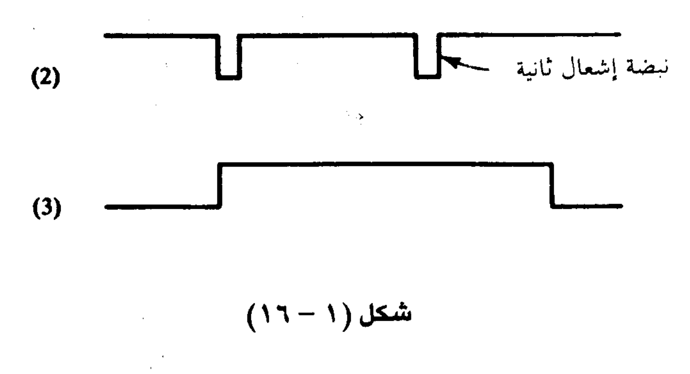
$$T = 1.1 C_1 R_1 \qquad (1\text{-}17)$$



شكل (١ – ١٥)

علماً بأن R_1 تتراوح ما بين (1.5KΩ : 3.3 MΩ) أما سعة المكثف C_1 فتتراوح ما بين (470P : 470µ) كما يتراوح زمن النبضة ما بين (1 mS : 30 min).

ويوضح الشكل (١ – ١٦) جهد الإشعال للطرف (2)، وجهد الخرج المقابل.



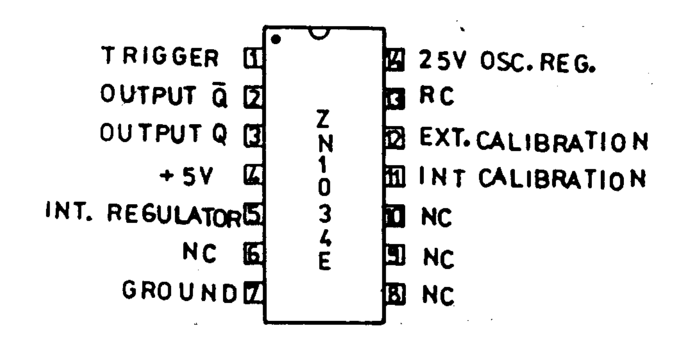
شكل (١ – ١٦)

والجدير بالذكر أنه يمكن تحرير خرج المذبذب بوصول نبضة تحرير عند الحافة الهابطة (تحول الجهد من عال إلى منخفض) لمدخل التحرير حتي ولو لم ينته زمن النبضة .

١ / ٤ / ٤ - المؤقت الدقيق ZN 1034E

باستخدام المؤقت الدقيق ZN 1034E أمكن حل مشاكل المؤقت الزمنى 555 ذلك لأنه يتميز بأن له زمن تأخير طويل يتراوح ما بين (50ms: 22 weeks) كما أنه عالى الدقة . كما تصل شدة تياره سواء الخارج أو الداخل لمخارجه إلى 25 mA ويحتاج لجهد تغذية 5Vdc + بنسبة تفاوت 0.25V ± .

والشكل (١ - ١٧) يبين المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة ZN 1034E .



شكل (١ - ١٧)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

إشعال	1
المخرج $\overline{Q}$	2
المخرج Q	3
جهد التغذية +5V	4
منظم الجهد الداخلى	5

N.C لا يستخدم	10, 9, 8, 6
الأرضى	7
معايرة داخلية	11
معايرة خارجية	12
توصل مع R,C الخارجيين	13
منظم المذبذب عند 2.5V	14

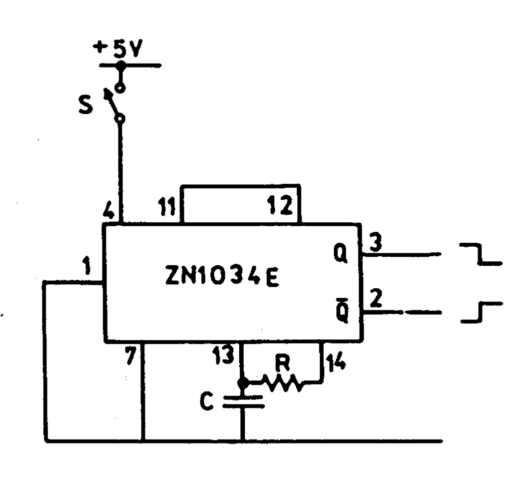
كما يبين الشكل (١ – ١٨) كيفية استخدام المؤقت الدقيق ZN 1034E للحصول على زمن تأخير من لحظة غلق المفتاح S1 يساوى :

$$t = 2735\ CR \qquad (1 - 18)$$

حيث إن :

R تتراوح ما بين 5KΩ : 5MΩ

و C تتراوح ما بين 3.3 nF : 1000 μF



شكل (١ – ١٨)

كمـا أنـه يمكـن تغـذيـة المؤقـت الدقيـق مـن مصـدر جهـد يتـراوح مـا بـين (+6 : 450 Vdc) وذلك بتوصيل مقاومة على التوالى مع الرجلين 5 و 4 حيث يمكن إيجاد قيمة تلك المقاومة من العلاقة:

$$R = \frac{Vcc - 5}{I_L + 7} \qquad (1 - 19)$$

حيث إن :

Vcc جهد المصدر.

I_L تيار الحمل بالملى أمبير (mA).

١ / ٤ / ٥ - المؤقت الزمنى المبرمج XR - 2240

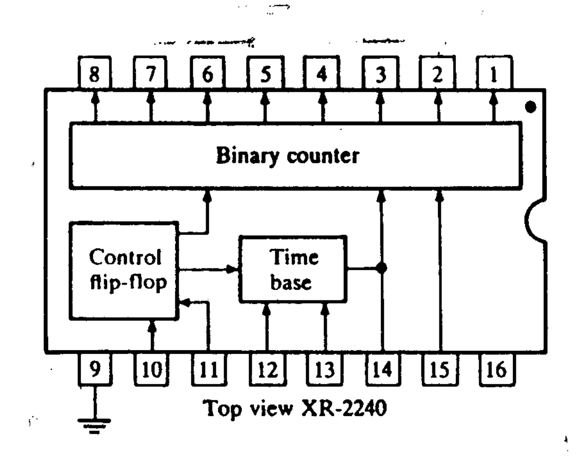
للمـؤقت الزمنى المبـرمج XR-2240 زمن تأخـير يتـراوح مـا بين (1µS: 1 month) ويعمل عند مدى واسع لجهد التغذية يتراوح ما بين (4:15V) ويستخدم مع كل من دوائر TTL، CMOS. كما أن له زمن تأخير مبرمج يتراوح ما بين (1RC: 255 RC)، حيث إنه يتم توصيل كل من C و R خارجياً مع المؤقت.

والشكل (١ - ١٩) يبين المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة XR-2240.

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة XR-2240:

مخارج المؤقت وخرجها ثنائى (1:255)	1:8
جهد المنبع السالب GND	9
تحرير	10
إشعال	11
تضمين Modulation	12
R,C	13
أساس الزمن الخارج	14
خرج منظم الجهد الداخلى	15

16 جهد المنبع الموجب Vcc +



1 = 1T	9 = V -
2 = 2T	10 = Reset
3 = 4T	11 = Trigger
4 = 8T	12 = Modulation
5 = 16T	13 = Timing R, C
6 = 32T	14 = Time base output
7 = 64T	15 = Regulator output
8 = 128T	16 = V + (15 V max.–4 V min.)

شكل (١ - ١٩)

ويحسب أساس زمن المؤقت من العلاقة :

$$T_B = RC \quad \text{Sec} \qquad (1\text{-}20)$$

حيث إن

R تتراوح ما بين 1kΩ: 10 MΩ .

و C تتراوح ما بين 10 nF: 1000 μF .

ويصل شدة تيار خرج المؤقت إلى 15 mA .

والشكل (١ – ٢٠) يبين طريقة استخدام المؤقت المبرمج XR-2240 كمذبذب أحادى الاستقرار مبرمج، حيث يمكن تغيير زمن تأخيره بواسطة المفاتيح $S_1{:}S_8$ فإذا تم غلق المفاتيح S_1, S_2, S_3 مثلا فإن زمن تأخير المذبذب عند وصول نبضة عالية عند المدخل 11 يساوى :

$$T = nT_B \quad \text{Sec} \qquad (1\text{-}21)$$

حيث إن :

مجموع رتب المفاتيح المغلقة n

أساس الزمن للمؤقت T_B

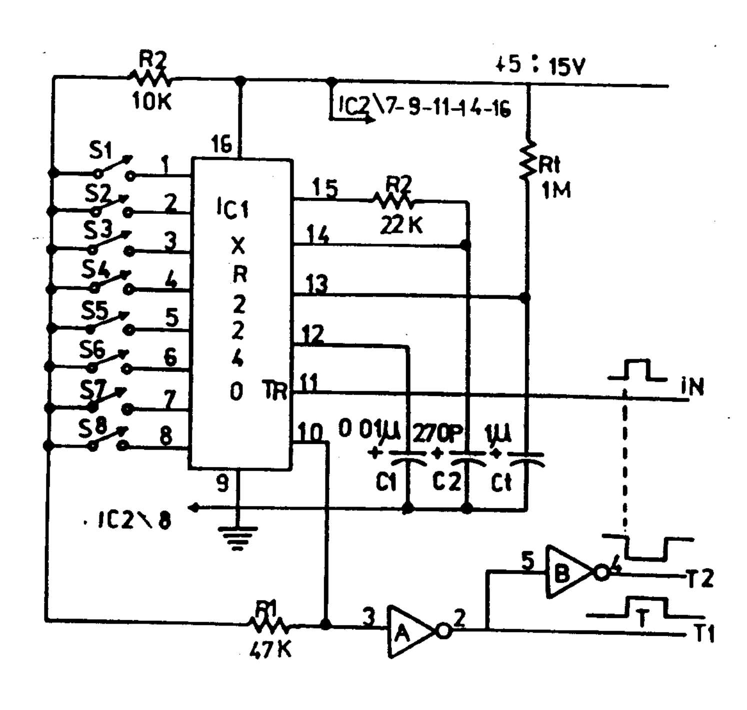
وبالتالى فإن :

$n = 1 + 2 + 2^2 = 7$

$T_B = R_t C_t = 1S$

$T = 7 \times 1 = 7$ Sec

فتخرج نبضة منخفضة من المخرج T_2، فى حين تخرج نبضة عالية من المخرج T_1، ويكون زمنها مساويا 7 Sec .



شكل (١ – ٢٠)

١ / ٥ – مكبرات العمليات OP - AmP

يعتبر مكبر العمليات دائرة متكاملة خطية، ويتميز مكبر العمليات بالقدرة العالية فى تكبير إشارات المداخل المستمرة والمترددة. كما أنه يمكن استخدام مكبر العمليات لأداء العديد من الوظائف بمساعدة مجموعة قليلة من العناصر الخارجية.

والشكل (١ – ٢١) يبين نموذجًا لمكبر عمليات طراز 741 وكذلك مسقطا أفقيا لأطرافه موضحاً عليه وظيفة كل منها.

ويلاحظ وجود تجويف نصف دائرى على أحد جانبى مكبر العمليات الذى يعتبر بمثابة الدليل للتعرف على ترتيب أرجل المكبر حيث إن الرجل الأولى للمكبر تعتبر هى أعلى رجل على اليسار من الدليل، ويكون ترتيب الأرجل بعد ذلك فى اتجاه عكس عقارب الساعة على التوالى.

التعريف بأرجل مكبر العمليات:



ضبط الخرج عند الصفر 1,5

المدخل العاكس 2

المدخل غير العاكس 3

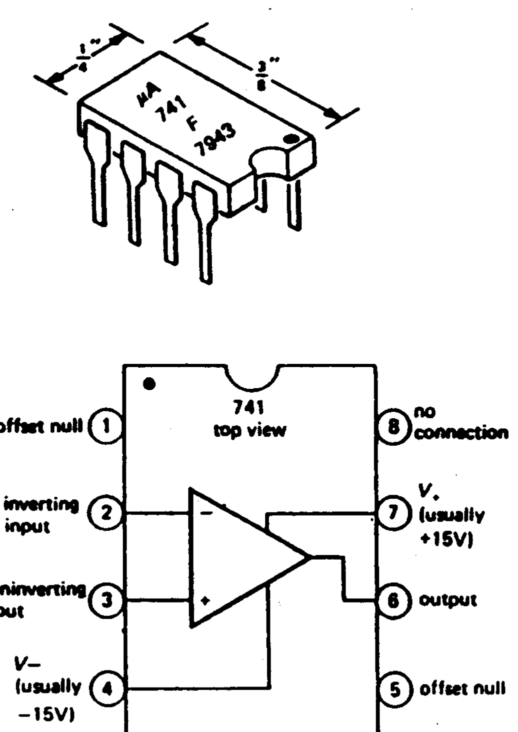
طرف التغذية السالب 4

طرف الخرج 6

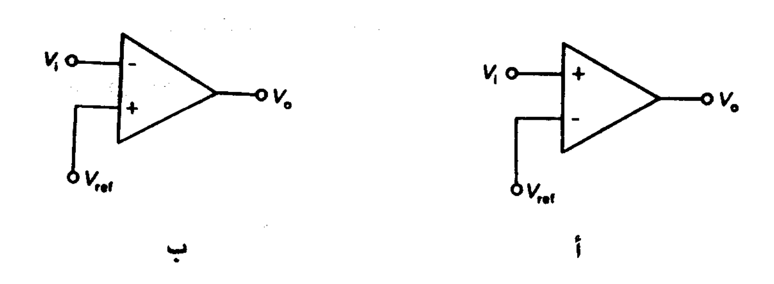
طرف التغذية الموجب 7

طرف لا يوصل NC 8

وسوف نتناول عمل مكبر العمليات كمقارن للجهد، حيث يعرض الشكل (١ – ٢٢) دائرة مقارن جهد بسيط فى (أ) مقارن غير عاكس، وفى (ب) مقارن عاكس.



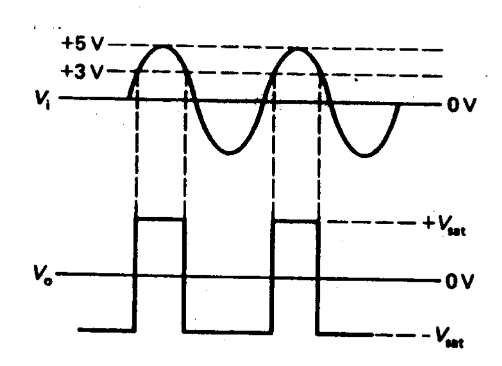
شكل (١ – ٢١)



شكل (١ - ٢٢)

ونظرية عمل المقارن غير العاكس يمكن إيضاحها ببساطة فى أنه لو كان الدخل على **الطرف غير العاكس** (+) للمكبر عبارة عن موجة جيبية جهدها Vmax=5V ، ووصل على الطرف العاكس (–) **بطارية جهدها 3V +** فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع الموجب للمكبر Vsat + (جهد المصدر الموجب) ذلك عندما يكون جهد الدخل على الطرف غير العاكس أكبر من 3V + . فى حين أنه عندما يكون الجهد على الطرف غير العاكس للمكبر أقل من 3V+ فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع السالب Vsat - ويساوى جهد المصدر السالب تقريباً .

والشكل (١- ٢٣) يوضح ذلك .

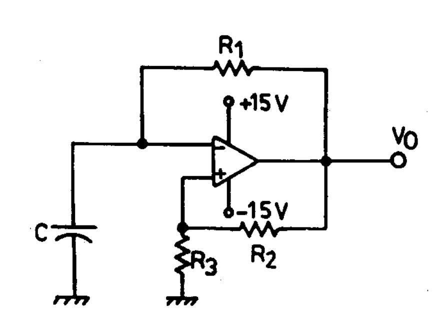


شكل (١ - ٢٣)

١ / ٥ / ١ - المذبذبات المرتكزة على مكبرات العمليات

أولاً : مولدات الموجة المربعة.

الشكل (١-٢٤) يعرض دائرة مولد موجة مربعة. حيث يعمل المكبر A كمكبر فرقى فعند توصيل التيار الكهربى للدائرة يكون جهدالمدخل العاكس (-) فى بادئ الأمر مساوياً 0V، ويكون جهد المدخل غير العاكس (+) أعلى من 0V نتيجة لمرور التيار الانحيازى عبر المقاومة R3 فيصبح خرج المكبر +Vsat ويبدأ المكثف C فى الشحن عبر R1 كما يصبح جهد المدخل غير العاكس (+) مساوياً جهد العتبة V_T والذى يأتى من العلاقة :



شكل (١ - ٢٤)

$$V_T = + V_{sat} \left(\frac{-R_3}{R_2 + R_3} \right) \quad (1\text{-}22)$$

وعندما يصبح جهد المدخل العاكس (-) أكبر من جهد المدخل غير العاكس (+) والذى يساوى جهد العتبة V_T ففى هذه الحالة يصبح خرج المكبر -Vsat، وتباعاً يصبح جهد المدخل غير العاكس (+)، مساوياً $-V_T$ حيث يبدأ المكثف C فى تفريغ شحنته ثم الشحن في الاتجاه المعاكس وعند وصول الجهد على المكثف C إلى أقل من $-V_T$ يصبح خرج المكبر Vsat + وتتكرر دورة التشغيل ويمكن حساب تردد الخرج من العلاقة التالية :

$$F = 1/2R_1C \ \ HZ \qquad (1\text{-}23)$$

وذلك عندما يكون :

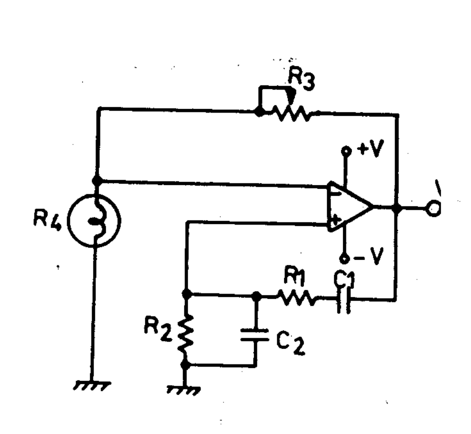
$$R_3 = 0.86 \, R_2$$

ثانياً : مولدات الموجة الجيبية

يعتبر مذبذب قنطرة وين wien والذى يرتكز على مكبر العمليات من أهم مولدات الموجة الجيبية. والشكل (١ - ٢٥) يعرض مذبذب قنطرة وين wien .

حيث نلاحظ أن R3,R4 يمثلان ذراعان من قنطرة وين، فى حين أن الذراع الثالث يمثله R1, C1 والذراع الرابع يمثله R2, C2 . وتوفر المقاومتان R3, R4 مسار التغذية المرتدة السالبة عند جميع الترددات، فى حين أن R1, C1, R2, C2 مجتمعة توفر مسار التغذية المرتدة الموجبة.

وعادة تكون R4 عبارة عن مصباح متوهج للمحافظة على جهد خرج ثابت، ذلك لأن المصباح ذا الفتيلة (المتوهج) عبارة عن مقاومة لها معامل حرارى موجب (PTC)، حيث تزداد مقاومة فتيلة المصباح بزيادة درجة الحرارة. أى بزيادة جهد الخرج تزداد مقاومة المصباح وعليه يزداد جهد التغذية المرتدة السالبة فيقل جهد الخرج والعكس بالعكس.



شكل (١ – ٢٥)

ويمكن حساب تردد المذبذب من العلاقة:

$$F = \frac{1}{2\Pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad HZ \qquad (1\text{-}24)$$

كما يمكن التحكم فى جهد الخرج باستخدام المقاومة المتغيرة R3 .

١ / ٦ – مصادر القدرة المنتظمة

تستخدم أكثر الأجهزة الإلكترونية مصادر القدرة الخطية والتى تتكون من:

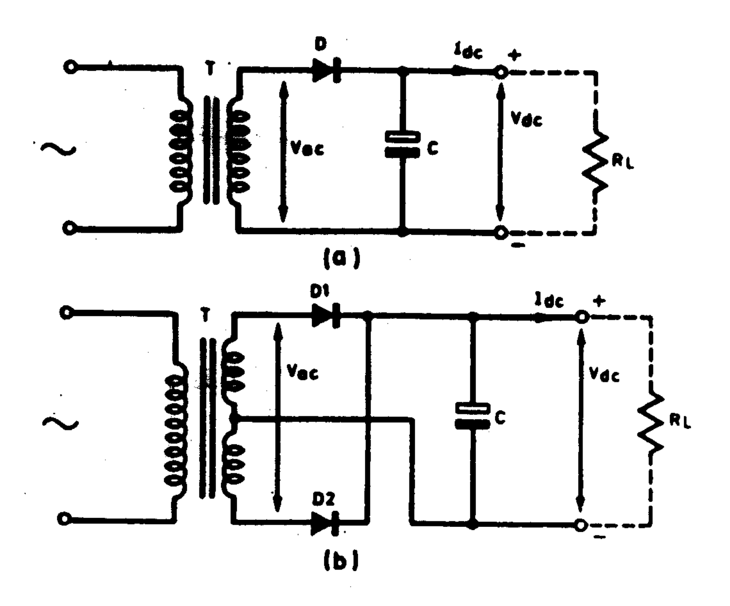
١ – مصدر قدرة غير منتظم.

٢ – منظم جهد.

ويتكون مصدر القدرة غير المنتظم من :

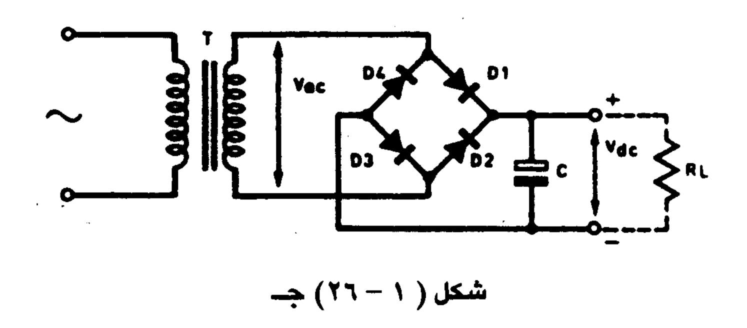
- محول خافض لجهد مصدر التيار المتردد
- دائرة توحيد لتوحيد التيار المتردد
- مرشح (مكثف) للحصول على خرج مستمر بدون ذبذبات .

والشكل (١ - ٢٦) يعرض ثلاث دوائر لمصادر القدرة غير المنتظمة والتى تختلف فيما بينها فى دائرة التوحيد المستخدمة فى كل منها . فيتم التوحيد فى (أ) بواسطة موحد D . أما فى (ب) فيتم التوحيد بواسطة الموحدين D1, D2 .



شكل (١ - ٢٦) أ، ب

أما الشكل (١ - ٢٦) جـ فيتم استخدام قنطرة توحيد تتكون من D1:D4 .



شكل (١ – ٢٦) جـ

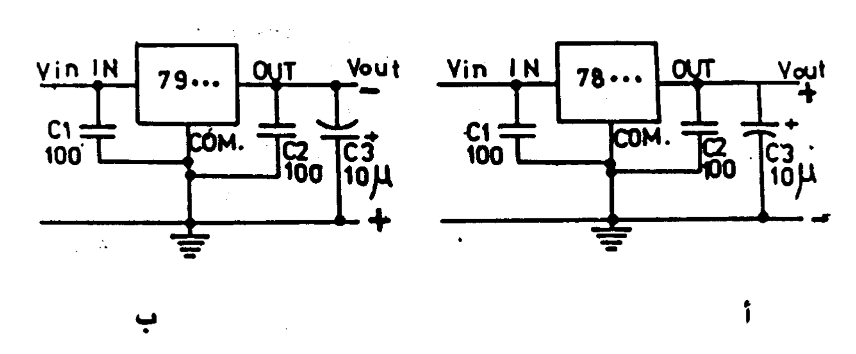
كما أن هناك ثلاثة أنواع من الدوائر المتكاملة لمنظمات الجهد وهى :

١ – منظمات الجهد ذات الخرج الثابت غير القابل للمعايرة، ومن أمثلة هذا النوع من المنظمات عائلة ..78 وعائلة ..79 .

٢ – منظمات الجهد ذات الخرج القابل للمعايرة، ومن أمثلة هذا النوع من المنظمات الدوائر 317K و 338K .

٣ – منظمات الجهد ذات جهد خرج قابل للمعايرة وتيار خرج أقصى قابل للمعايرة كمثل الدائرة المتكاملة L200C .

والشكل (١ – ٢٧) يبين طريقة توصيل كل من العائلة ..78 و ..79، ففى (أ) يمكن الحصول على جهد خرج +5V بتيار 1A إذا تم استخدام الدائرة المتكاملة 7805، وفى (ب) يمكن الحصول على جهد خرج 12V - بتيار 1A باستخدام الدائرة المتكاملة 7912 .



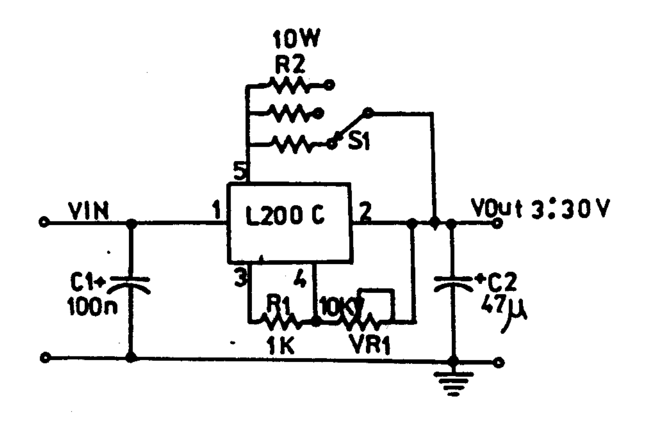
شكل (١ – ٢٧)

كما يبين الشكل (١ - ٢٨) طريقة توصيل الدائرة المتكاملة L200C .

والعلاقات التالية توضح جهد الخرج وتيار الخرج الأقصى Iout و Vout لهذه الدائرة .

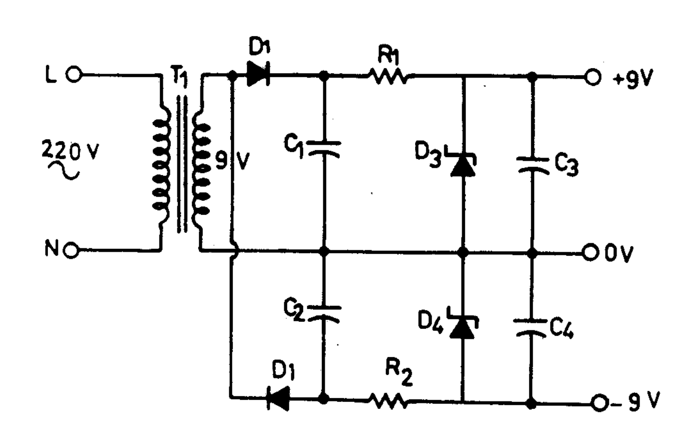
$$V_{out} = 2.77 \left(1 + \frac{VR_1}{R} \right) \quad V \qquad (1\text{-}25)$$

$$I_{out} = \frac{0.45}{R_2} \quad A \qquad (1\text{-}26)$$



شكل (١ - ٢٨)

وتحتاج مكبرات العمليات القياسية لمصادر قدرة مزدوجة لها جهود تتراوح ما بين (±5: ± 20V) وأكثر الجهود المتعارف عليها هى ± 15V والشكل (١ - ٢٩) يعرض مصدر قدرة مزدوج ومنتظم يعطى جهد خرج (+9V, OV, - 9V) .

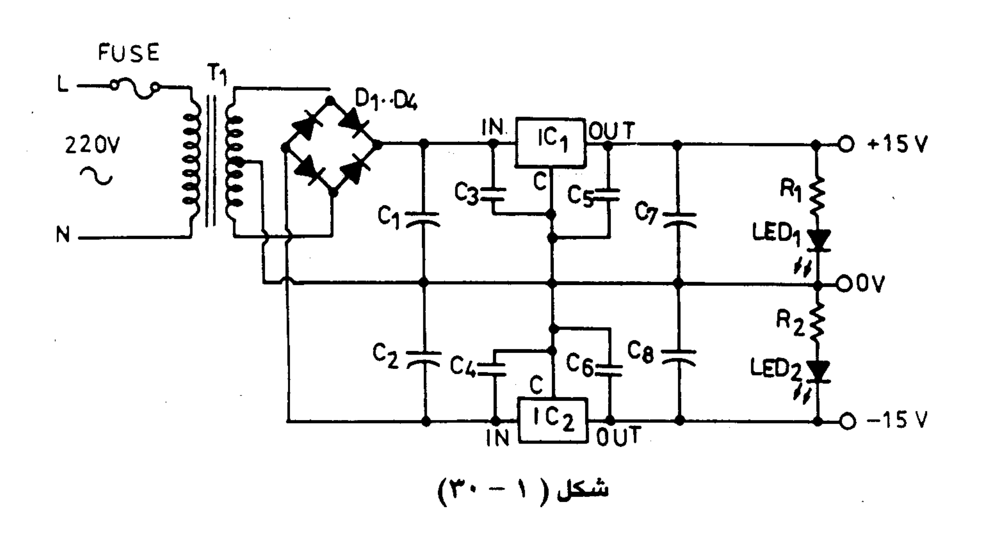


شكل (١ - ٢٩)

عناصر الدائرة :

مقاومة 120 Ω/5W	R_1, R_2
مكثف كيميائى 100μF-25V	C_1, C_2
مكثف كيميائى 470μF-16V	C_3, C_4
موحد سليكونى طراز EM 400S	D_1, D_2
مـــوحـــد زينر طراز BZX70	D3, D4
محول خافض 220V/9V-1A	T_1

والشكل (١ - ٣٠) يعرض مصدر قدرة منتظم لمكبرات العمليات القياسية يعطى الجهود الآتية V(15 - ,0 ,15) وتياراً أقصى 1A .



شكل (١ – ٣٠)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1.2 KΩ	R_1, R_2
مكثف كيميائى 4700μF-40V	C_1, C_2
مكثف سيراميكى (قرص) 100 nF	$C_3: C_6$
مكثف كيميائى 10 μF - 40V	C_7, C_8
موحد سليكونى طراز 1N 5401	$D_1:D_4$
دائرة متكاملة (منظم جهد) طراز 7815	IC_1
دائرة متكاملة (منظم جهد) طراز 7915	IC_2
محول خافض بنقطة منتصف 220/(18-0-18) - 1A	T_1
مصهر بالقاعدة 50 mA	FUSe
موحد باعث للضوء (قياسى) 10mA	LED_1, LED_2
مشتت حرارى لمنظمات الجهد سمك 2mm - (1.5 X 1 cm)	

الباب الثانى

العناصر الإلكترونية
المستخدمة فى الدوائر الإلكترونية

العناصر الإلكترونية

المستخدمة فى الدوائر الإلكترونية

٢ / ١ - المقاومات Resistors

تعتبر المقاومات من أهم العناصر المستخدمة فى الدوائر الإلكترونية وتصنع المقاومات من مواد مختلفة علماً بأن نوع مادة المقاومة يحدد الخواص الفنية لها.

وتنقسم المقاومات بصفة عامة إلى:

١ - مقاومات خطية Linear Resistors.

٢ - مقاومات غير خطية Non Linear Resistors.

٢ / ١ / ١ - المقاومات الخطية:

وهى المقاومات التى تخضع لقانون أوم مثل:

أ - مقاومات بنقطة تفرع Topped Resistors وهذه المقاومات تتيح فرص الحصول على مقاومات مختلفة من نقاط تفرعها.

ب - الريوستاتات Rheostat وهى مقاومات متغيرة بطرفين حيث تتغير المقاومة بين طرفيها بتغير وضع ذراع ضبطها.

جـ - مجزئ الجهد Potentiometer ويكون له ثلاثة أطراف 3 و2 و1، بحيث إن المقاومة بين الطرفين 3 و1 تمثل المقاومة الكلية للمجزئ وهى ثابتة ولا تتغير بتغير وضع ذراع ضبط المجزئ وتساوى مجموع المقاومة بين الطرفين 2 ، والمقاومة بين الطرفين 3 و2، وهما مقاومتان متغيرتان يتغيران تبعاً لتغير وضع ذراع ضبط المجزئ.

د - المقاومات الثابتة القيمة. ويوجد عدة طرق لتشفير قيمة المقاومة الثابتة وهى كما يلى:

١ - طريقة التشفير الحرفية:

(الطريقة الإنجليزية) حيث تستخدم الأحرف التالية كمضاعفات:

$R = 1$ $K = 10^3$ $M = 10^6$

والحروف التالية لبيان التفاوت:

$F = \pm 1\%, G = \pm 2\%, J = \pm 5\%, K = \pm 10\%, M = \pm 20\%$

فمثلاً:

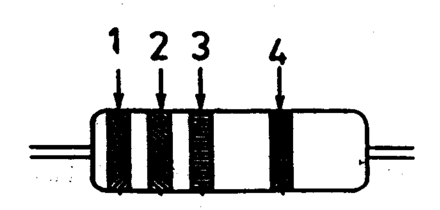
المقاومة 100 RK تعنى مقاومة $100\ \Omega \pm 10\%$.

والمقاومة 10 K 2 G تعنى مقاومة $10.2\ K\Omega \pm 2\ \%$.

والمقاومة 1 M 3 K تعنى مقاومة $1.3\ M\Omega \pm 10\%$.

٢ - طريقة التشفير بالألوان:

وتستخدم هذه الطريقة مع المقاومات الصغيرة، والتى تتراوح قدرتها ما بين، (0.25:2W) ويرسم على المقاومة أربع أو خمس حلقات ملونة قريبة من أحد جانبيها، وعادة ترقم هذه الحلقات الملونة من اليسار إلى اليمين وهذا موضح بالشكل (٢ - ١).



شكل (٢ - ١)

فبالنسبة للمقاومات ذات الأربع حلقات الملونة فإن:

الحلقة الأولى: تعطى الرقم الأول.

الحلقة الثانية: تعطى الرقم الثانى.

الحلقة الثالثة : تعطى المضاعف أو الجزء .

الحلقة الرابعة : تعطى التفاوت .

وبالنسبة للمقاومات ذات الخمس حلقات الملونة فإن :

الحلقة الأولى : تعطى الرقم الأول .

الحلقة الثانية : تعطى الرقم الثانى .

الحلقة الثالثة : تعطى الرقم الثالث .

الحلقة الرابعة : تعطى المضاعف أو الجزء .

الحلقة الخامسة : تعطى التفاوت .

والجدول (٢ – ١) **يعطى مدلول الألوان المختلفة للحلقات المختلفة**

الجدول (٢ - ١)

اللـــــون	أسود	بنى	أحمر	برتقالي	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسجي	رمادى	أبيض	ذهبى	فضى	بدون لون
الرقم	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	–	–	–
المضاعف أو الجزء	1	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	0.1	0.01	–
التفاوت كنسبة مئوية	–	±1	±2								±5	±10	

فمثلاً : إذا كانت ألوان الحلقات الأربعة لمقاومة كربونية :

الحلقة الأولى : بنى ويكافئ 1 .

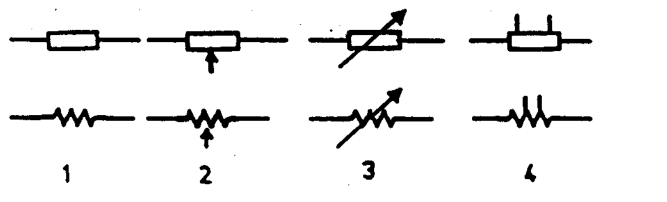
الحلقة الثانية : أسود ويكافئ 0 .

الحلقة الثالثة : أزرق ويكافئ 10^6 .

الحلقة الرابعة : ذهبى ويكافئ $\pm 5\ \%$.

فإن قيمة المقاومة يساوى $10 \times 10^6 \pm 5\%$ أى $(10\ M\Omega \pm 5\ \%)$.

وفيما يلى الرموز الكهربية للمقاومات الخطية، حيث إن الرمز 4 لمقاومة بنقطتى تفرع، والرمز 2 لريوستات، والرمز 3 لمجزئ جهد، والرمز 1 لمقاومة ثابتة.



٢ / ١ / ٢ - المقاومات غير الخطية

وهى مقاومات لا تخضع لقانون أوم لأن قيمتها تتغير تبعًا لمؤثرات خارجية مثل:

أ - المقاومة الحرارية Thermistor **وهناك نوعان من المقاومات الحرارية وهما:**

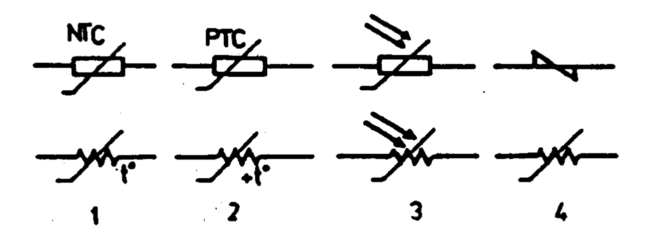
- المقاومة الحرارية P. T. C وهى مقاومة تزداد قيمتها بزيادة درجة حرارتها.

- المقاومة الحرارية N. T. C وهى مقاومة تقل قيمتها بزيادة درجة حرارتها.

ب - المقاومة الضوئية (حساسة للضوء) L. D. R وتقل مقاومتها عند تعرضها للضوء من عدة ميجا أوم فى الظلام إلى عدة مئات من الأوم فى ضوء النهار.

جـ - مقاومة معتمدة على الجهد V. D. R، وتقل قيمتها بزيادة الجهد المسلط عليها.

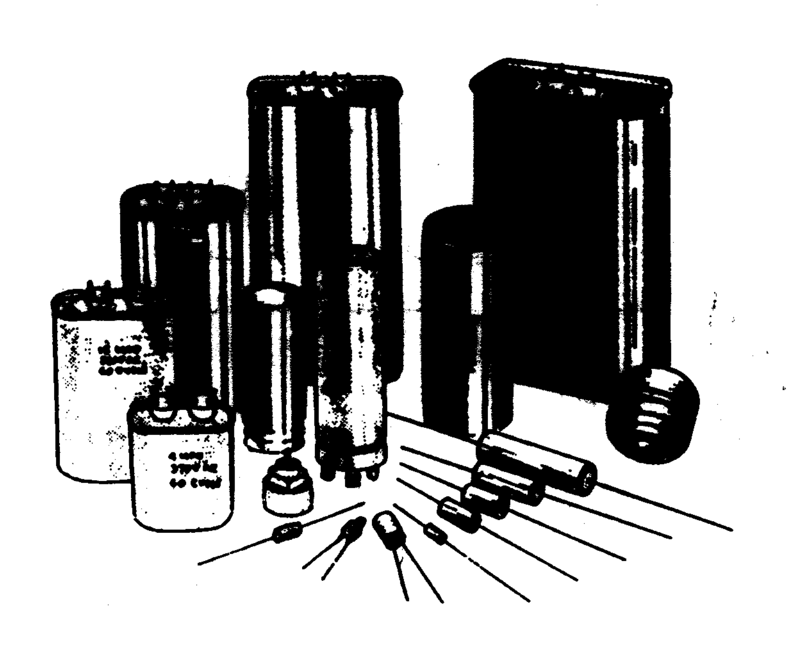
وفيما يلى رموز هذه المقاومات. الرمز 1 لمقاومة ذات معامل حرارى سالب N.T.C، والرمز 2 لمقاومة حرارية ذات معامل حرارى موجب P. T. C، والرمز 3 لمقاومة ضوئية LDR، والرمز 4 لمقاومة تعتمد على الجهد V. D. R.



٢ / ٢ - المكثفات Capacitor´s

يقوم المكثف بتخزين الشحنة الكهربية أثناء تعرضه لفرق جهد بين طرفيه، وتتوقف عملية الشحن عندما يتساوى الجهد المتشكل على أطرافه مع جهد المصدر. ويقوم المكثف بتفريغ شحنته عند انخفاض جهد المصدر عن فرق الجهد بين طرفى المكثف أو انعدامه، ويسمى المكثف عادة تبعًا لنوع العازل المستخدم فيه مثل: الورق والميكا والسيراميك والمحاليل الكيميائية... إلخ.

والشكل (٢ - ٢) يعرض أشكالاً مختلفة للمكثفات.

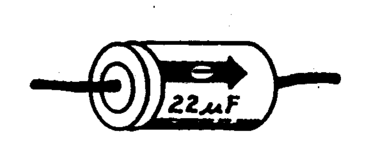


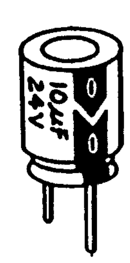
شكل (٢ - ٢)

يوجد عدة طرق لتشفير المعلومات الفنية للمكثفات تختلف باختلاف نوع المكثف أهمها:

١ - **طريقة العرض المباشر**، حيث تكتب المعلومات الفنية مباشرة على الغلاف المعدنى للمكثف الكيميائى فتكتب سعة المكثف بالميكروفاراد (µ F)، وجهد التشغيل بالفولت (V)، وكذلك توضع قطبية أحد أطراف المكثف سواء الطرف

الموجب (+)، أو الطرف السالب (-)، وهذا موضح بالشكل (٢ - ٣)، حيث توضع إشارة حمراء عند القطب الموجب أو سوداء أو زرقاء عند القطب السالب .

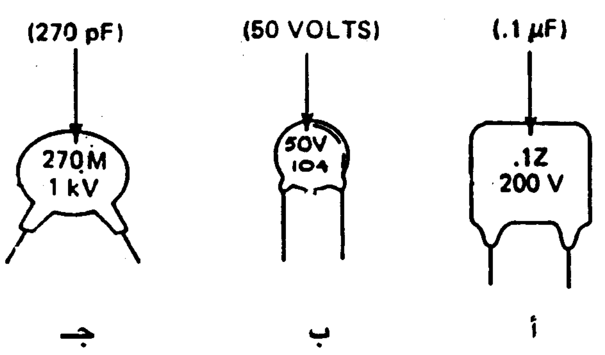




شكل (٢ - ٣)

٢ - طريقة التشفير الحرفية :

وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات الصغيرة التى تكون على شكل قرص Disc، حيث يكتب عليها السعة وجهد التشغيل بأكواد مبسطة كما بالشكل (٢ - ٤).



شكل (٢ - ٤)

فالسعات تكتب بأكواد حرفية فالحرف Z يعنى ميكروفاراد μ F

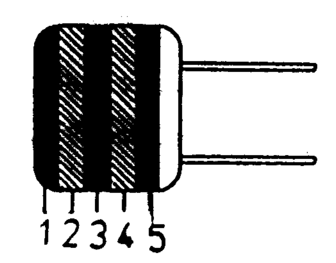
والحرف M يعنى بيكوفاراد PF

فالشكل (أ) مكثف سعته 0.1Z، أى 0.1 μ F، والشكل (جـ) مكثف سعته 270M أى مكثف سعته 270 PF .

٣ - طريقة التشفير العددية :

ويستخدم فيها ثلاثة أعداد، حيث يمثل العدد الثالث عدد الأصفار بعد العددين الأول والثانى، ففى الشكل (٢ - ٤) ب مكثف سعته يعبر عنها بالشفرة 104 أى 10.0000PF، أما الجهد فيكتب مباشرة على المكثف .

٤ - طريقة التشفير بالألوان :



شكل (٢ - ٥)

حيث يرسم عدة شرائط ملونة على غلاف المكثف . كما بالشكل (٢ - ٥) وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات البولى إستر الراتنجية .

Resin Dipped Polyester Capacitor.

والجدول (٢ - ٢) يبين مدلول الألوان المختلفة للشرائط المختلفة .

الجدول (٢ - ٢)

اللـــون	أسود	بنى	أحمر	برتقالى	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسجى	رمادى	أبيض
الشـــريط الأول والثانى الرقم المقابل	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
الشـريط الثـالث المضاعف				10^3	10^4	10^5				
الشـــريط الرابع التفاوت	±20%									±10%
الشـريط الخـامس الجهد المستمر			250V		400V					

مثال :

إذا كان لون الشريط الأول بنياً يكافئ 1

الشريط الثانى أسود يكافئ 0

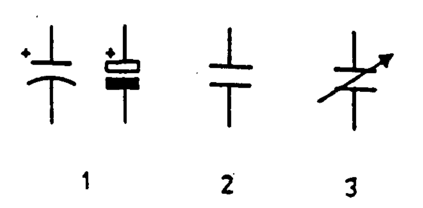
الشريط الثالث برتقاليًا يكافئ 10^3

الشريط الرابع أسود يكافئ 20% ±

الشريط الخامس أحمر يكافئ 250 VDC

أى أن سعة المكثف تصبح مساوية $10 \times 10^3 = 10^4$ PF مع تفاوت مقداره 20%± وجهد تشغيل مستمر يساوى 250 DC.

وفيما يلى رموز المكثفات فالرمز 1 لمكثف كيميائى، والرمز 2 لمكثف عادى والرمز 3 لمكثف متغير السعة.



٢ / ٣ - عناصر متنوعة

سنتناول مجموعة من العناصر التى كثيراً ما تستخدم فى الدوائر الإلكترونية مثل: المصهرات، المفاتيح، الضواغط، ريليهات التحكم، المحولات.

٢ / ٣ / ١ - المصهرات Fuses

يتم حماية الدوائر الإلكترونية عادة من الزيادة المفرطة للتيار الكهربى عند حدوث قصر بالدائرة أى عند تلامس الطرف الموجب + مع الطرف السالب - أو مع أرضى الدائرة، وذلك باستخدام المصهرات.

وتكون المصهرات عادة على شكل أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك لها قاعدتان معدنيتان متصلتان معًا من الداخل بسلك رفيع من النحاس أو الرصاص. وهذا السلك مصمم لكى ينقطع عند زيادة قيمة التيار المار بالمصهر

عن الحد المقنن للمصهر بقيمة كبيرة. وهناك أنواع متعددة من المصهرات حسب سرعة فصلها وفيما يلي الأنواع المختلفة للمصهرات حسب سرعة فصلها:

١ – مصهرات سريعة الفصل بدرجة كبيرة [Supper quick Acting (FF)]، وتستخدم لحماية العناصر الإلكترونية المصنوعة من أشباه الموصلات، ويرمز لها بالرمز FF والجدول (٢ – ٣) يبين خواص هذا النوع.

الجدول (٢ – ٣)

شدة التيار	1.2 In	2 In	2. 75 In	4 In	10 In
أدنى زمن للفصل	60 min	10 ms	4 ms	2 ms	–
أقصى زمن للفصل	–	2 S	50 ms	15 ms	2 ms

حيث إن:

In التيار المقنن للمصهر.

min دقيقة.

S ثانية.

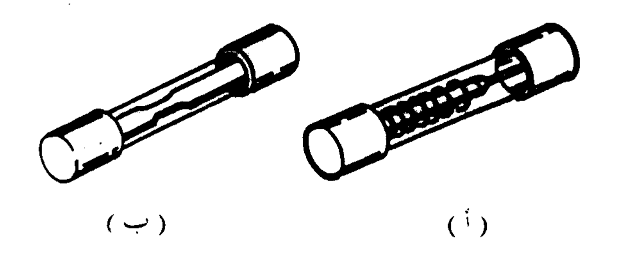
Ms ملي ثانية.

٢ – مصهرات سريعة الفصل quick acting (F) .

٣ – مصهرات تتحمل قفزات التيار المفاجئة Anti - Surge (T).

وهي تتحمل تياراً يساوي 10 مرات التيار المقنن لها بدون أن تنهار، وذلك خلال فترة زمنية تساوي 20 ms وتستخدم لحماية المحولات.

والشكل (٢ – ٦) يعرض نموذجًا لمصهر نوع T (أ) وآخر لمصهر سريع الفصل (ب).



شكل (٢ - ٦)

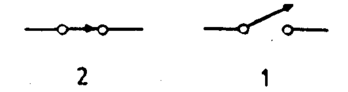
وفيما يلى الرمز الكهربى للمصهرات :



٢ / ٣ / ٢ - المفاتيح اليدوية Switches

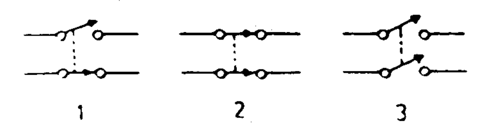
تعد المفاتيح اليدوية وسيلة الوصل والفصل اليدوية فى الدوائر الإلكترونية، ويوجد أنواع مختلفة للمفاتيح تبعًا لوظيفتها مثل :

١ - مفتاح قطب واحد سكة واحدة (SPST)، وهذا المفتاح يحتوى على ريشة واحدة إما مغلقة أو مفتوحة فعند تشغيل المفتاح تفتح ريشته المغلقة N. C أو تغلق ريشته المفتوحة (N. O). وفيما يلى رمز مفتاح SPST بريشة مفتوحة N. O الرمز (1) وبريشة مغلقة الرمز (2).

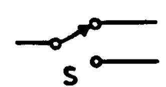


٢ - مفتاح قطبين سكة واحدة (DPST) وهذا المفتاح يحتوى على ريشتين مفتوحتين 2 N.O أو مغلقتين 2 N. C أو أحدهما مفتوحة والأخرى مغلقة (N.O + N.C). وعند تشغيل هذا المفتاح يدويًا تنعكس حالة ريش المفتاح

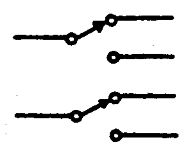
فتغلق الريشة المفتوحة N. O، وتفتح الريشة المغلقة N. C. وفيما يلى رمز المفتاح DPST بريشتين مفتوحتين 2 N. O (1) وبريشتين مغلقتين 2 N. C (2) وبريشة مفتوحة وأخرى مغلقة N. O + N. C (3).



٣ - مفتاح قطب واحد سكتين (SPDT)، وهذا المفتاح له ريشة قلاب C. O، ويكون للمفتاح ثلاثة أطراف أحدهما مشتركا، والثانى مفتوحا، والثالث مغلقا، وعند تشغيل هذا المفتاح تنعكس حالة هذا المفتاح فيغلق الطرف المفتوح، ويفتح الطرف المغلق، وفيما يلى رمز المفتاح (SPDT):



٤ - مفتاح قطبين سكتين (DPDT)، وهذا المفتاح مزود بريشتين قلاب كالتى فى المفتاح (SPST)، وفيما يلى رمز هذا المفتاح:



علماً بأن الأنواع الأربعة السابقة تتواجد فى عدة صور تبعاً لطريقة تشغيلها مثل:

أ - مفتاح بذراع يدوى Toggle Switch.

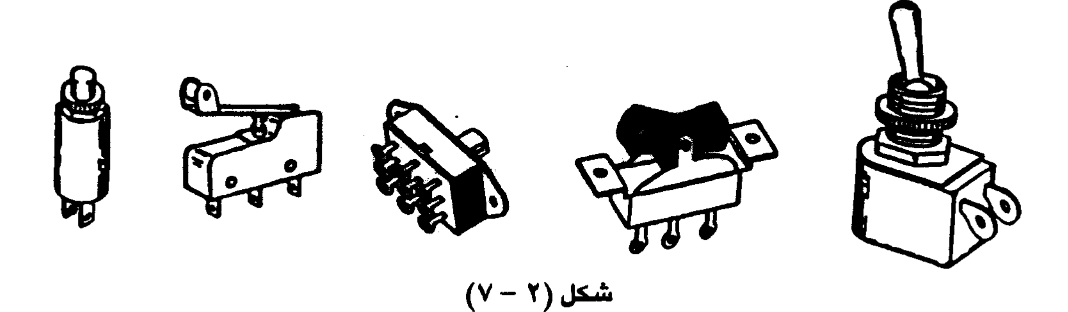
ب – مفتاح قلاب Rocker Switch.

جـ – مفتاح منزلق Slide Switch.

د – مفتاح نهاية مشوار Limit Switch.

هـ – مفتاح انضغاطي Push button Switch.

ويتم تشغيل هذه الأنواع عادة باليد ما عدا مفتاح نهاية المشوار فيتم تشغيله بدفعه بجسم متحرك أو كامة متحركة. والشكل (٢ – ٧) يوضح صوراً توضيحية لهذه الأنواع بالترتيب من اليمين إلى اليسار.



شكل (٢ – ٧)

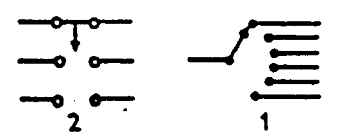
٥ – مفاتيح الاختيار ذات المواضع المتعددة:

وهذه المفاتيح تحتوى على قطب واحد أو أكثر، ويكون لها عدة أوضاع تشغيل، وهناك نوعان من هذه المفاتيح تبعًا لطريقة تشغيلها مثل:

المفاتيح الدوارة Rotary Switchs، وهذه المفاتيح لها يد تشغيل دوارة.

والمفاتيح المنزلقة Slide Switchs، والمفاتيح الدوارة العاملة بالمفك.

Dip Rotary Switches. وفيما يلي رمز لمفتاح اختيار دوار بستة مواضع (1)، ورمز لمفتاح اختيار منزلق بثلاثة مواضع (2).



٢ / ٣ / ٣ - الضواغط Push buttons

هناك فرق جوهرى بين الضاغط والمفتاح الانضغاطى فالأول تتغير حالة ريشه فالمغلقة تصبح مفتوحة والمفتوحة تصبح مغلقة أثناء الضغط على زرها فقط أما المفتاح الانضغاطى فتتغير حالة ريشه أى تصبح الريشة المغلقة مفتوحة، والريشة المفتوحة مغلقة عند الضغط عليها، ويظل كذلك إلى أن يتم الضغط عليها مرة أخرى فتعود الريشة لحالتها الطبيعية.

وفيما يلى رمز لضاغط بريشة مفتوحة (2) وآخر بريشة مغلقة (1):

PB 1   PB 2

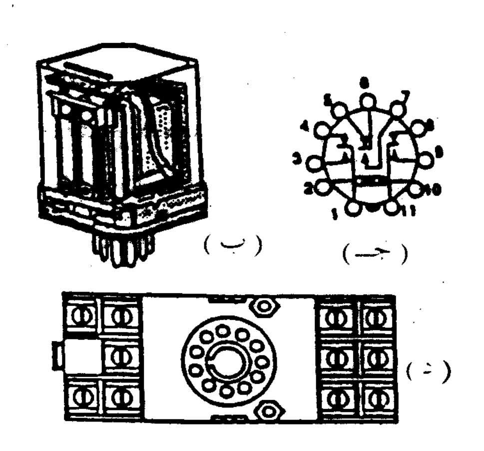
٢ / ٣ / ٤ - ريليهات التحكم Control Relays

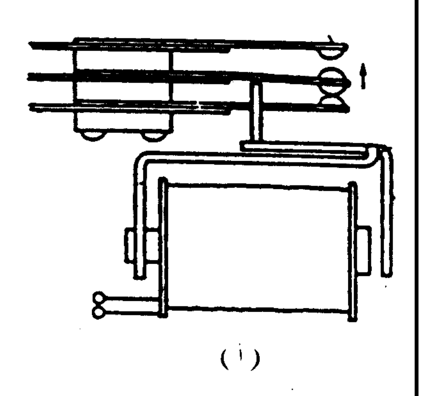
الريلاى هو وسيلة كهرومغناطيسية لوصل وفصل الدوائر الإلكترونية، والشكل (٢ - ٨) أ يعرض التركيب الداخلى لأحد الريليهات الكهرومغناطيسية. فعند وصول التيار الكهربى للملف يتكون مجال مغناطيسى يكون قادراً على جذب القلب المغناطيسى فتقوم الحافظة بتغيير وضع ريشة التلامس للريلاى فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة، والعكس بالعكس، ولكن بمجرد انقطاع التيار الكهربى عن ملف الريلاى تعود ريشة الريلاى لوضعها الطبيعى.

وهناك نوعان من الريليهات:

الأول: يثبت على اللوحة المطبوعة، والتى تثبت عليها العناصر الإلكترونية.

والثانى: يثبت على قاعدة تثبيت. والشكل (٢ - ٨) ب يعرض نموذجًا لأحد ريليهات التحكم، والشكل (٢ - ٨) جـ يعرض مسقطًا أفقيًا للريلاى يبين نقاط توصيله، والشكل (٢ - ٨) د يعرض مسقطًا أفقيًا لقاعدة الريلاى.



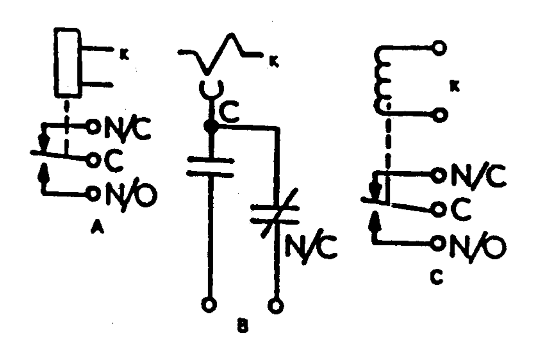


شكل (٢ – ٨)

ويلاحظ من مخطط أطراف التوصيل للريلاى الشكل (٢ – ٨) ب أن هذا الريلاى يحتوى على ثلاث ريش قلاب .

فأطراف الريشة القلاب الأولى	1, 3, 4
وأطراف الريشة القلاب الثانية	5, 6, 7
وأطراف الريشة القلاب الثالثة	8, 9, 11
وأطراف الملف هى	2,10

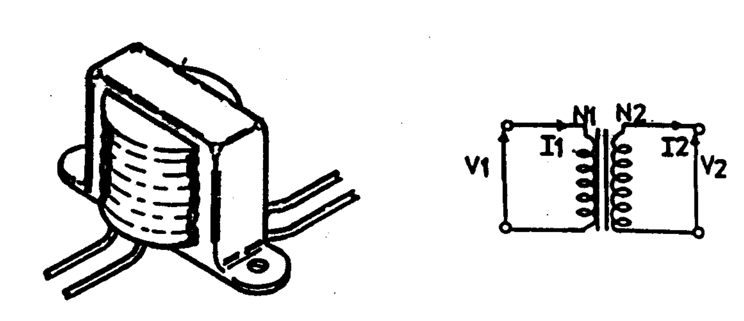
وفيما يلى الرموز المختلفة للريليهات :



٢ / ٣ / ٥ - المحولات Transformers

المحولات هى أجهزة تقوم بخفض أو رفع الجهد المتردد وتستخدم المحولات فى بناء مصادر التيار المستمر، وذلك بخفض الجهد المتردد من 220 V, 120 V إلى الجهد المطلوب . وتستخدم المحولات أيضاً فى دوائر إشعال الثايرستور والترياك وللمحولات استخدامات أخرى متعددة فى الدوائر الإلكترونية .

ويتكون المحول فى العادة من ملفين أحدهما : يسمى بالملف الابتدائى، والثانى : يسمى بالملف الثانوى، والشكل (٢ - ٩) يعرض نموذجا لأحد المحولات، والدائرة المكافئة لمحول له ملف ابتدائى عدد لفاته N_1، ومسلط عليه جهد متردد V_1، ويمر به تيار I_1، وملفه الثانوى عدد لفاته N_2، ويمر به تيار I_2، والجهد على طرفيه V_2 .



شكل (٢ - ٩)

والمعادلة 2.1 تسمى بالمعادلة العامة للمحولات .

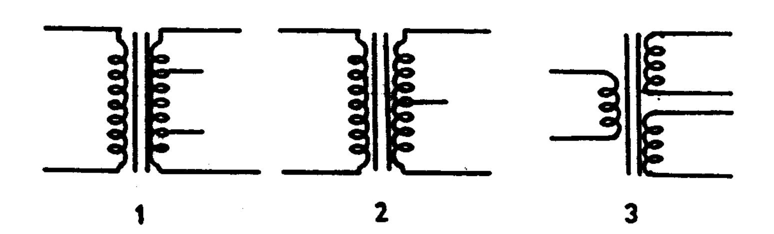
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \quad \rightarrow \quad 2.1$$

ويختار المحول عادة تبعاً للجهود المطلوبة للملف الابتدائى والثانوى، وكذلك تبعاً لسعة المحول (VA) والتى تعطى بالمعادلة 2.2 .

$$VA = V_2 I_2 = V_1 I_1 \ (VA) \quad \rightarrow \quad 2.2$$

وبعض المحولات تحتوى على أكثر من ملف ثانوى للحصول على أكثر من جهد من الجانب الثانوى والآخر يحتوى على ملف ثانوى بنقطة منتصف أو أكثر.

وفيما يلى رموز بعض أنواع من المحولات فالرمز 1 لمحول بعدة نقاط تفرع، والرمز 2 لمحول بملف ثانوى بنقطة منتصف (نقطة تفرع) والرمز 3 لمحول بملفين ثانويين.



٢ / ٤ - الموحدات Diodes

يتكون الموحد من وصلة ثنائية P - N مصنوعة من أشباه الموصلات مثل السليكون (Si) أو الجرمانيوم (Ge)، ويتواجد الموحد فى الأسواق على شكل أسطوانة مرسوم عليها شريط ملون على أحد جانبيها للدلالة على مكان المادة السالبة N، والتى تمثل المهبط Cathode أما الجانب الآخر فيمثل المادة الموجبة P والتى تمثل المصعد Anode والشكل (٢ - ١٠) يعرض نموذجًا لثنائى صغير طراز 1N914 ورمزه.

1N914

CATHODE

ANODE

شكل (٢ - ١٠)

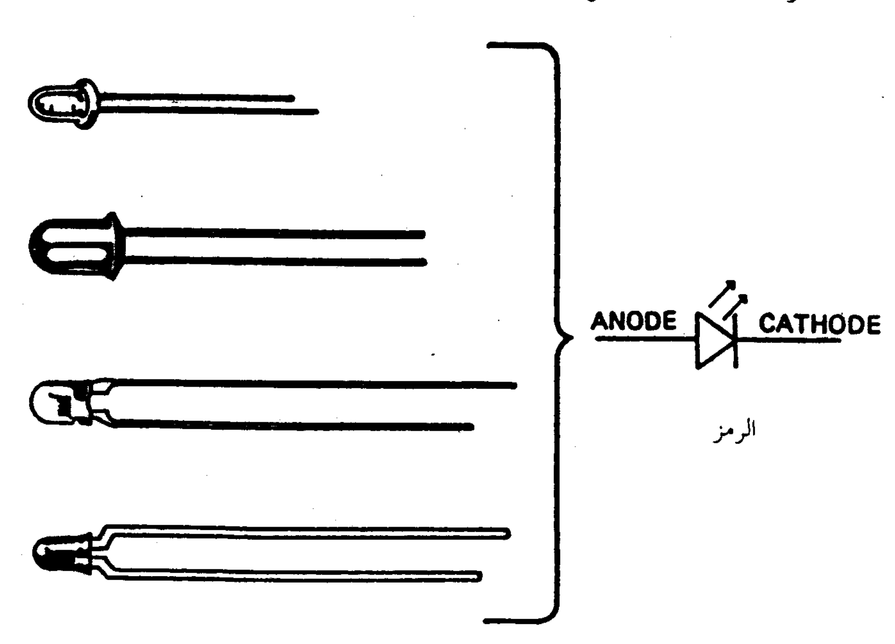
ويعتبر الموحد فى الوضع الطبيعى كمفتاح مفتوح وبمجرد تعريضه لانحياز أمامى Forward bias أى ارتفاع جهد المصعد A عن جهد المهبط K بمقدار 0.7V فى حالة الموحد السليكونى يصبح كمفتاح مغلق، ويكون اتجاه مرور التيار الكهربى من المصعد للمهبط، ويقال إن الموحد فى حالة وصل ON. أما عند تعريض الموحد لانحياز عكسى Reverse bias أى تعريض المهبط K لجهد موجب بالنسبة لجهد المصعد A يمر تيار صغير جداً يسمى بتيار التسرب، ويعمل الموحد كمفتاح مفتوح، ويقال إن الموحد فى حالة قطع OFF.

والجدير بالذكر أن موحد السليكون يوصل عند جهد أمامى 0.7 V بينما يوصل

موحد الجرمانيوم عند جهد أمامى 0.3 V. لذلك يقال إن فقد الجهد فى موحد السليكون عندما يكون منحازًا أماميًا مساويًا 0.7 V تقريبًا فى حين أن فقد الجهد فى موحد الجرمانيوم عندما يكون منحازًا أماميًا يساوى 0.3 V تقريبًا.

٢ / ٤ / ١ - الموحد الباعث للضوء LED

يشبه الموحد الباعث للضوء LED لحد كبير اللمبات الصغيرة ويتواجد بألوان مختلفة وهو يستخدم كلمبة إشارة، والشكل (٢ - ١١) يعرض رمزًا وأشكالاً مختلفة لموحدات باعثة للضوء.



شكل (٢ - ١١)

لا ينبعث ضوء من LED عادة إلا عندما يكون منحازًا أماميًا بجهد أكبر من 2V أما عندما يكون LED منحازًا عكسيًا فإنه لا يمر تيار، وبالتالى لا يضىء.

ويوجد ألوان مختلفة من الموحدات الباعثة للضوء مثل الأحمر والأصفر والبرتقالى والأخضر والأزرق، وتعتمد شدة إضاءة LED على شدة التيار المار، والذى يتراوح ما بين (5: 25 mA). وتوصل مقاومة على التوالى عادة مع LED

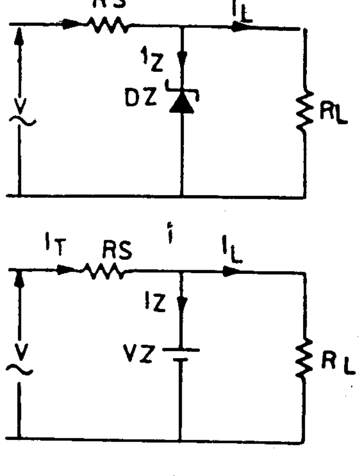
لتحديد شدة التيار المار. والجدير بالذكر أنه يوجد ثلاثة أنواع للموحدات الباعثة للضوء الأول: منخفض القدرة وتياره (5 mA)، والثاني: قياسي وتياره (10 mA)، والثالث: عالي القدرة وتياره (20 mA).

٢ / ٤ / ٢- موحدالزينر Zener Diode:

إن موحدالزينر هو موحد سليكوني له خواص تسمح بإمرار جهد ثابت القيمة في الانحياز العكسي، وهو يشبه في الشكل الموحد القياسي.

فعندما يتعرض موحدالزينر لانحياز أمامي Forward bias يعمل كموحد عادي، ويتحول لحالة الوصل ON ويمر التيار الكهربي ويكون فرق الجهد بين طرفيه مساوياً (0.6: 0.7 V) تقريبًا. وعند تعريض موحدالزينر لانحياز عكسي Reverse bias فإن موحد الزينر يكون في حالة قطع في بادئ الأمر، وبمجرد زيادة الجهد عن جهد الانهيار للموحد يتحول لحالة الوصل، ويمر تيار كبير فيه، ويكون فرق الجهد على طرفي موحدالزينر مساوياً جهدالزينر. ويستخدم موحدالزينر لتنظيم الجهد.

والشكل (٢- ١٢) يبين دائرة تستخدم موحد زينر لتنظيم الجهد على أطراف المقاومة RL بحيث لا يزيد الجهد على أطرافها عن Vz (جهدالزينر) الشكل (أ) أما الشكل (ب) فيعرض الدائرة المكافئة، وذلك باستبدال موحدالزينر ببطارية جهدها يكافئ Vz، والجدير بالذكر أن المقاومة Rs تستخدم لمنع تعدى التيار المار في موحدالزينر Iz الحد المسموح به، والذى يعين من العلاقة.



شكل (٢ - ١٢)

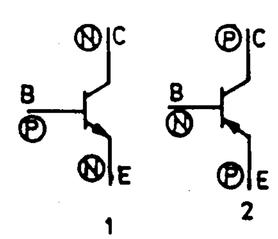
$$Pz = Iz\, Vz \quad \rightarrow 2.3$$

حيث إن:

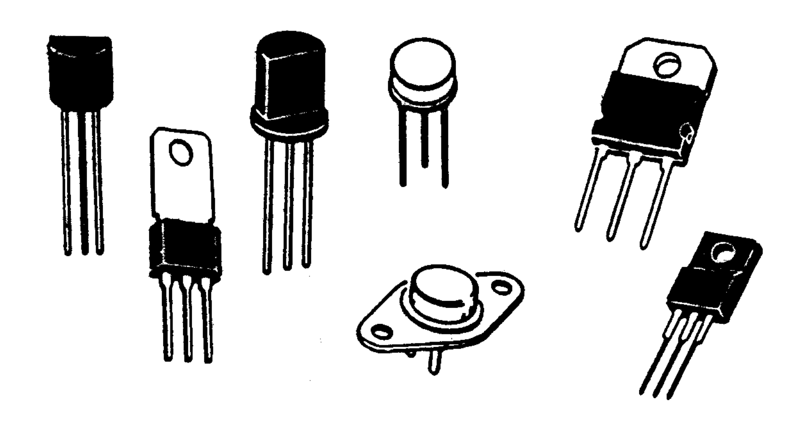
قدرة موحد الزينر والمدونة فى مواصفاته الفنية	Pz
أقصى تيار يسمح له بالمرور فى موحدالزينر	Iz
جهد الزينر	Vz

٢ / ٥ - الترانزستور الثنائى القطبية BJT

للترانزستور الثنائى القطبية ثلاث أرجل وهى القاعدة Base والباعث Emitter والمجمع Collector. ويصنع الترانزستور من ثلاث طبقات من أشباه الموصلات، وهذه الطبقات بعضها سالب N، والآخر موجب P، وتقسم الترانزستورات حسب قطبية هذه الطبقات إلى ترانزستورات NPN وترانزستورات PNP، وفيما يلى رموز هذه الترانزستورات فالرمز 1 لترانزستور NPN والرمز 2 لترانزستور PNP.

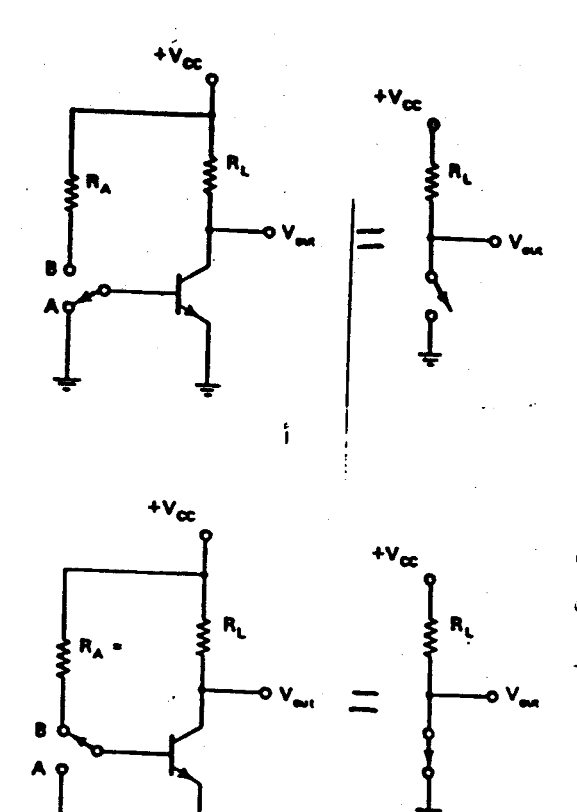


والشكل (٢ - ١٣) يعرض نماذج مختلفة للترانزستورات سواء كانت ترانزستورات إشارة أو قدرة.



شكل (٢ - ١٣)

ويعمل الترانزستور كمفتاح Switch وأيضًا كمكبر Amplifier.



شكل (٢ – ١٤)

والشكل (٢ – ١٤) يوضح فكرة عمل الترانزستور NPN كمفتاح. فعند توصيل قاعدة الترانزستور بالأرضى يعمل الترانزستور كمفتاح في حالة فصل OFF الشكل (أ). وعند توصيل قاعدة الترانزستور بجهد المصدر Vcc ليعمل كمفتاح فى حالة وصل ON. ويعمل الترانزستور أيضًا كمكبر ويعين معامل كسب التيار Currentgain للترانزستور من المعادلة التالية.

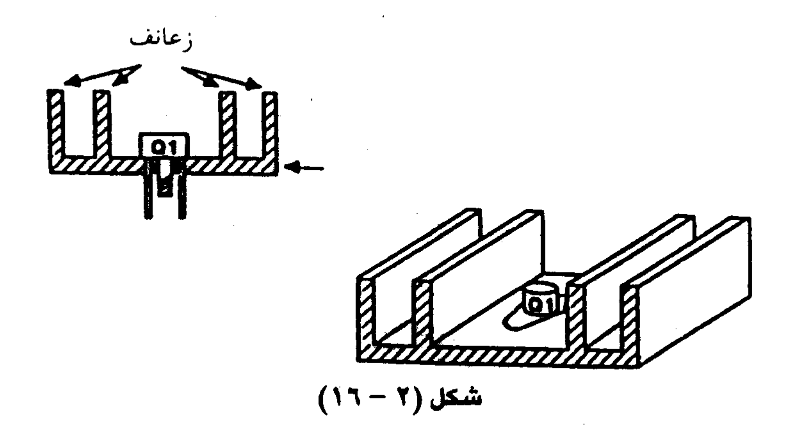
$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \quad \rightarrow 2.4$$

ويساوى معامل كسب التيار β النسبة بين تيار المجمع Ic وتيار القاعدة IB وتتراوح قيمة β ما بين 300 :35 والقيمة الطبيعية لها 100. ويمكن زيادة معامل كسب التيار للترانزستور بتوصيل ترانزستورين كما هو مبين بالشكل (٢ – ١٥)، وتسمى هذه التوصيلة بتوصيلة دارلنجتون، ويكون معامل التكبير الكلى مساويًا حاصل ضرب معاملات تكبير Q1, Q2.

Q1
Q2

شكل (٢ – ١٥)

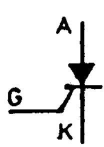
ويوجد ترانزستورات تحتوى على ترانزستورين فى قالب واحد تسمى بترانزستور دارلنجتون. وتستخدم عادة كترانزستورات قدرة وتحتاج لتثبيتها على مشتت حرارى Heatsink لتبريدها كما هو مبين بالشكل (٢ – ١٦).



شكل (٢ - ١٦)

٢ / ٦ - الثايرستور SCR

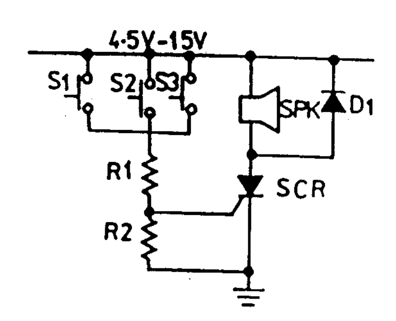
يستخدم الثايرستور كمفتاح فى دوائر التيار المستمر، وكموحد فى دوائر التيار المتردد، وذلك فى الاستخدامات التى تحتاج لتيارات عالية. وللثايرستور ثلاثة أطراف، وهى المهبط K، والمصعد A، والبوابة G. وعند وجود فرق جهد موجب بين البوابة، والمهبط يتحول الثايرستور لحالة الوصل، ويصبح مكافئًا لمفتاح مغلق ويظل على هذا الحال حتى بعد انعدام فرق الجهد بين البوابة، والمهبط إلى أن ينخفض التيار المار فيه عن الحد الأدنى اللازم لإبقاء الثايرستور فى حالة الوصل، والذى يسمى بتيار الإمساك. وفيما يلى رمز SCR :



والشكل (٢ - ١٧) يبين فكرة عمل الثايرستور لتشغيل سماعة فعند الضغط على أحد الضواغط S_1, S_2, S_3 فإن الجهد +15V سوف يقسم بالتساوى على المقاومتين R_1, R_2 لأنهما متساويتان، وبالتالى يصبح فرق الجهد بين البوابة والمهبط 7.5V فيتحول الثايرستور لحالة الوصل ON ويمر تيار كهربى عبر السماعة مارًا بالمصعد A والمهبط K.

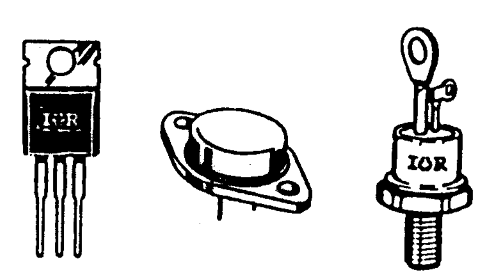
وعند إزالة الضغط من الضاغط فإن الثايرستور سيظل فى حالة ON، وتظل السماعة SPK فى حالة ON إلى أن يتم قطع التيار الكهربى عن الدائرة فينقطع التيار المار فى الثايرستور ويتحول الثايرستور لحالة القطع Turn OFF .

والجدير بالذكر أن الموحد D_1 يعمل على خمد القوة الدافعة الكهربية المتولدة عند انقطاع التيار الكهربى عن ملف السماعة SPK، وبالتالى تمنع تلف الثايرستور.



شكل (٢ - ١٧)

والشكل (٢ - ١٨) يعرض نماذج مختلفة من الثايرستورات المتوفرة فى الأسواق.

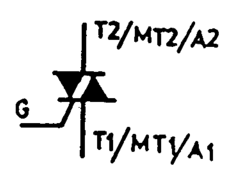


شكل (٢ - ١٨)

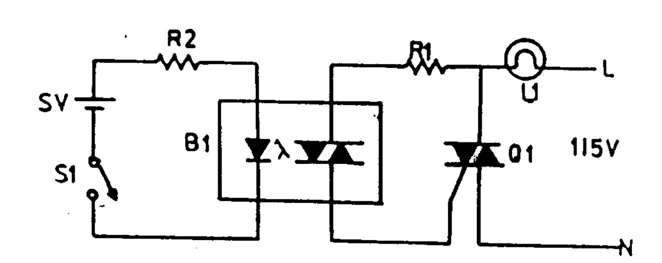
٢ / ٧- الترياك Triac

يستخدم الترياك كمفتاح فى دوائر التيار المتردد، وذلك فى الاستخدامات التى

تحتاج لتيارات عالية. وللترياك ثلاثة أطراف، وهى الطرف الأول T_1، والطرف الثانى T_2، والبوابة G. وفى الوضع الطبيعى يكون الترياك فى حالة قطع **Cut OFF**، ويعمل كمفتاح مفتوح. وبمجرد تسليط فرق جهد بين البوابة G، والطرف T_2 يتحول الترياك لحالة الوصل ON، ويعمل كمفتاح مغلق، ويمر التيار الكهربى من الطرف T_1 إلى الطرف T_2 طالما يوجد فرق جهد بين البوابة والطرف T_2 وفيما يلى رمز الترياك.



والشكل (٢ - ١٩) يوضح فكرة عمل الترياك فى دوائر التيار المتردد لتشغيل اللمبة L_1.



شكل (٢ - ١٩)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 47 Ω	R_1
مقاومة كربونية 360 Ω	R_2
ترياك طراز 2N 6342 A	Q_1
وحدة ارتباط ضوئية طراز MOC 3011	B_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
لمبة تعمل عند جهد 115V	L_1

فعند غلق المفتاح S_1 فإن وحدة الارتباط الضوئى B_1 سوف تعمل لمرور تيار كهربى فى الموحد الباعث للضوء الخاص بها، وبالتالى يتحول الترياك الضوئى لوحدة الارتباط لحالة الوصل، ويصبح كما لو كان مفتاحا مغلقا وينشأ عن ذلك فرق جهد بين البوابة G والطرف T_2 للترياك الرئيسى Q_1 فيتحول لحالة الوصل، وتضىء اللمبة L_1، وتظل اللمبة L_1 مضيئة طالما أن المفتاح S_1 مغلق، ولكن بمجرد فتح المفتاح S_1 يتحول الترياك لوحدة الارتباط الضوئى B_1 لحالة القطع، ويصبح كمفتاح مفتوح فيختفى فرق الجهد بين البوابة G والطرف T_2 للترياك الرئيسى Q_1 ويتحول هو الآخر لحالة القطع وينطفئ المصباح L_1. والجدير بالذكر أن شكل الترياك لا يختلف عن شكل الثايرستور، ولكن بالطبع الرمز يختلف.

٢ / ٨ – الدوائر المتكاملة الرقمية

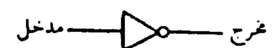
تنقسم الدوائر المتكاملة الرقمية إلى عائلتين تبعًا لتركيبها الداخلى وهما :

- عائلة TTL ويندرج تحتها عدة سلاسل مثل سلسلة ..74
- عائلة CMOS ويندرج تحتها عدة سلاسل مثل سلسلة ..40، ولا يختلف شكل الدوائر المتكاملة الرقمية عن شكل مكبرات العمليات، ولكن عدد أرجلها لا يقل عادة عن ١٤ رجلاً، وتتعامل الدوائر الرقمية مع الإشارات الرقمية، والتى لها حالتان عالية high أو (1) ومنخفضة Low أو (0). وتختلف قيم جهود (0, 1) تبعًا لنوع العائلة. فبالنسبة لعائلة TTL فإن الحالة (1) تقابل جهداً أكبر من 2V + والحالة (0) تقابل جهداً أصغر من 0.8 V. وتغذى هذه العائلة بجهد مصدر يساوى 5 V +. وبالنسبة لعائلة CMOS فإن الحالة (1) تقابل جهداً أكبر من 3 /2 جهد المصدر، والحالة المنخفضة تقابل جهداً أقل من 3 /1 جهد المصدر حيث إن جهد المصدر يتراوح ما بين (V 15 :3 +).

وتعتبر البوابات المنطقية والقلابات من أبسط الدوائر الرقمية :

١ – **البوابات المنطقية Logicgates** : ويكون لها عدة مداخل وخرج واحد ولكل بوابة جدول حقيقة يبين عمل البوابة والشكل (٢ – ٢٠) يعرض رمز بوابة NOT

(العاكس) وجدول الحقيقة لها ويلاحظ أن حالة خرج البوابة هو معكوس حالة دخلها .



دخل	خرج
0	1
1	0

شكل (٢ - ٢٠)

وهناك أربع بوابات أساسية أخرى مبينة بالشكل (٢ - ٢١) وهى كما يلى :

بوابة OR ويكون خرجها (1) إذا كانت سحالة أحد مداخلها على الأقل (1) .

بوابة NOR ويكون خرجها (0) إذا كانت حالة أحد مداخلها على الأقل (1) .

بوابة AND ويكون خرجها (1) إذا كانت حالة جميع مداخلها (1) .

بوابة NAND ويكون خرجها (0) إذا كانت حالة جميع مداخلها (1) .

OR

دخل		خرج
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOR

دخل		خرج
A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

AND

دخل		خرج
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

NAND

دخل		خرج
A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

شكل (٢ - ٢١)

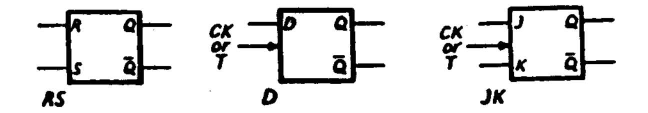
٢ - القلابات Flip Flops : ويعتبر القلاب البنية الأساسية للذاكرة، ويمكن بناء

القلاب من البوابات المنطقية والشكل (٢ - ٢٢) يعرض رموز أهم القلابات وهى :

١ - قلاب R - S.

٢ - قلاب D.

٣ - قلاب J - K.



شكل (٢ - ٢٢)

ولكل قلاب مخرجان متعاكسان هما $\bar{Q}, Q$. فبالنسبة للقلاب RS فإن حالة Q تكون عالية عندما تصل إشارة1 للمدخل S ، وحالة $\bar{Q}$ تصبح عالية عندما تصل إشارة عالية للمدخل R. وبالنسبة للقلاب D فإن حالة المخرج Q تكون عالية عند وصول نبضة لمدخل النبضات CK بشرط أن تكون حالة مدخل البيانات D عالية 1 وبالنسبة للقلاب JK تكون حالة المخرج Q عالية (1) عند وصول نبضة لمدخل النبضات CK بشرط أن تكون حالة المدخل J عالية (1)، والمدخل K منخفضة (0). وهناك دوائر رقمية أخرى مثل: العدادات Counters، ومسجلات الإزاحة Registers.

الباب الثالث

دوائر عملية للمذبذبات الأحادية الاستقرار



دوائر عملية للمذبذبات الأحادية الاستقرار

٣ / ١ - مقدمة

يمكن تقسيم دوائر المذبذبات الأحادية الاستقرار إلى :

١ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على ترانزستورات .

٢ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على المؤقت 555 (انظر الفقر ١-٤-٣) .

٣ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على المؤقت ZN1034E .

٤ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على مؤقت زمنى مبرمج XR - 2240 .

٥- مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على بوابات منطقية .

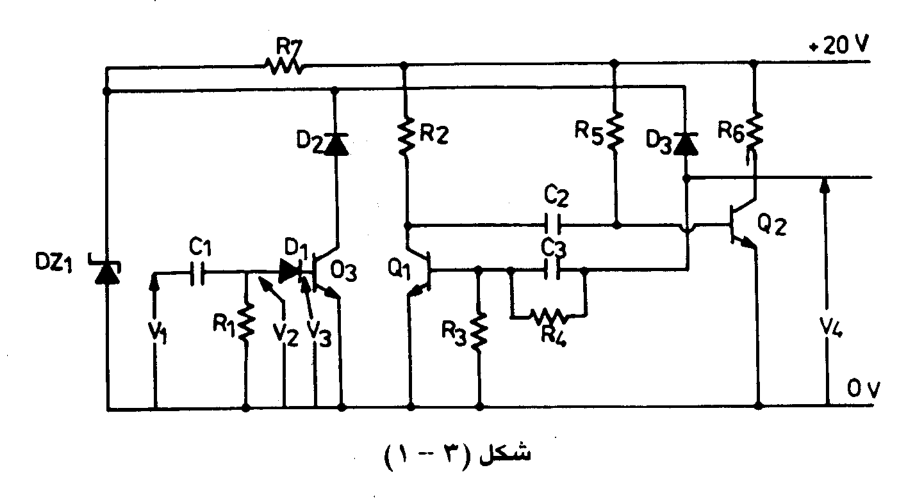
٦ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على مذبذب TTL .

٧ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على مكبر عمليات .

٣ / ٢ - المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على ترانزستورات

الدائرة رقم (١)

الشكل (٣ - ١) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار باستخدام الترانزستور .



شكل (٣ - ١)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية $10\ K\Omega$	R_1, R_3
مقاومة كربونية $2.2\ K\Omega$	R_2, R_6
مقاومة كربونية $47\ K\Omega$	R_4, R_5
مقاومة كربونية $1K\Omega$	R_7

* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W

مكثف سيراميكى سعته 1000 PF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 0.15µF	C_2
مكثف سيراميكى سعته 100PF	C_3
موحد سليكونى طراز1N4001	$D_1:D_3$
موحد زينر جهده 6.2V	DZ_1
ترانزستورNPN طراز BC107	$Q_1:Q_3$

نظرية عمل الدائرة:

يتكون المذبذب من الترانزستورين Q_2,Q_3 وملحقاتهما من مقاومات ومكثفات والدائرة لها حالة استقرار واحدة وتحدث عندما لايكون هناك نبضة قدح فى الدخل. وعند ذلك يكون Q_1 فى حالة قطع OFF بينما يكون Q_2 فى حالة وصل ON ويكون توصيل Q_2 نتيجة جهد الانحياز الواقع على R_5 فينخفض الجهد على مجمعه إلى مايقرب من V(0:1) الأمر الذى يؤدى إلى بقاء Q_1 فى حالة عدم توصيل OFF.

وبحصول Q_1 على نبضة قدح موجبة على قاعدته فإنه يتحول إلى حالة التوصيل ON فيهبط جهد مجمعه وينتقل هذا التغير فى الجهد عبر المكثف C_2 فيتولد جهد سالب على قاعدة Q_2 ويتحول إلى حالة القطع OFF ويرتفع جهد مجمعه. وبسبب التغذية العكسية الموجبة خلال R_4 تزداد توصيلية Q_1.

ولكن الدائرة فى هذه الحالة تعتبر غير مستقرة لأن قاعدة Q_2 سالبة فى حين أن

جهد مجمع Q_1 يكون حوالى 0.1V فيشحن المكثف C_2 عن طريق R_5 والترانزستور Q_1 وباستمرار شحن C_2 يرتفع جهد قاعدة Q_2 وعندما يصل إلى مايقرب من 0.7V يبدأ Q_2 بالتوصيل ويتحول إلى حالة الوصل ON فتعود الدائرة إلى حالة الاستقرار مرة أخرى.

ويكون خرج المذبذب Vo عبارة عن نبضة موجبة جهدها حوالى 7.5V وزمنها يحدد بالثابت الزمنى C_2R_5 والذى تحدده العلاقة:

$$tm=0.7\ C_2R_5 \quad Sec$$

كما يلاحظ أن الترانزستور Q3 يعتبر كمرحلة عزل لدائرة الدخل عن المذبذب كما أن كلاً من D2 , D1 يستخدمان للحد من اهتزاز الجهد على مجمعى كل من Q2 , Q_1.

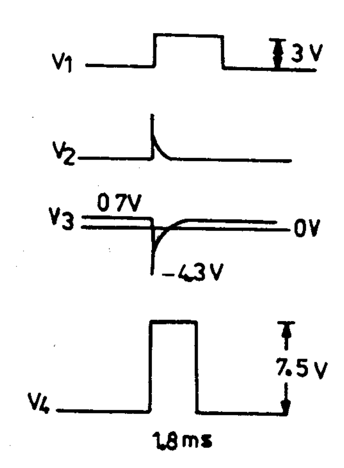
والشكل (٣ – ٢) يوضح موجات الجهد عند النقاط المختلفة فى الدائرة كالتالى

V1 إشارة الدخل وهى موجة مربعة ترددها 150HZ وقيمتها 3V.

V2 خرج الدائرة التفاضلية المؤلفة من R1 , C1 وتستخدم لقدح المذبذب.

V3 الجهد على قاعدة Q2 عندما تكون الدائرة فى حالة استقرار.

V4 موجة خرج المذبذب.

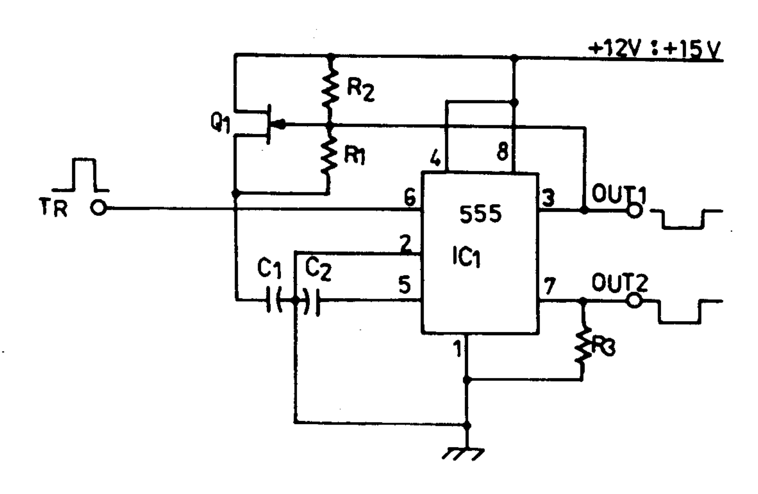


شكل (٣ – ٢)

٣ / ٣ - المذبذبات الأحادية الاستقرار التى تحتوى على المؤقت 555

الدائرة رقم (٢)

الشكل (٣ - ٣) يعرض دائرة مذبذب عاكس أحادى الاستقرار يحتوى على المؤقت 555.



شكل (٣ - ٣)

عناصر الدائرة:

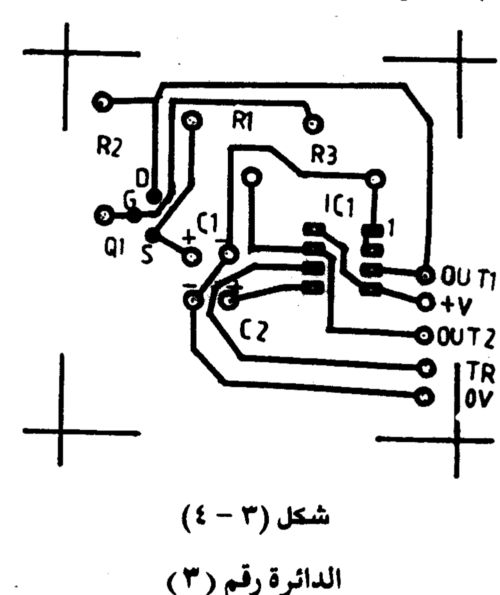
مقاومة كربونية 91kΩ /0.5w	R_1
مقاومة كربونية 4.7KΩ/0.5W	R_2, R_3
مكثف كيميائى سعته 0.01μF-25V	C_1, C_2
ترانزستور FET طراز E113 أو 2N4861	Q_1
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

المذبذب عبارة عن مذبذب أحادى الاستقرار فيما عدا أن نبضة القدح عبارة عن نبضة عالية والخرج للمذبذب عبارة عن نبضة منخفضة.

معامل دورة الخدمة يصل إلى 99% كما أن طرف التفريغ للمؤقت IC1(7) يمكن استخدامه كطرف خرج آخر للمذبذب وعن طريقه يمكن تغذية أحمال كبيرة بدون أى تأثير على كفاءة المذبذب. فى حين يتأثر طرف الخرج الأساسى للمذبذب (3) بزمن التوقيت المتوقف على قيم كل من C1 , R1 حيث إن عرض نبضة الخرج يصل إلى 1ms.

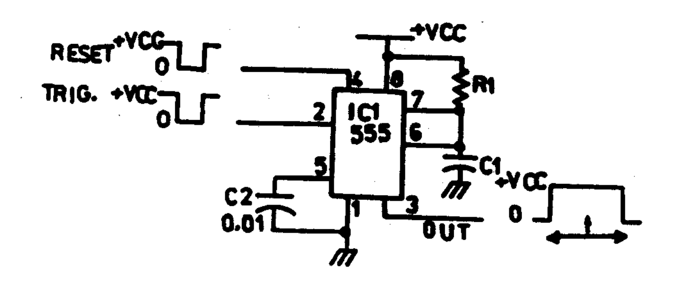
والشكل (٣ - ٤) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (٢)



شكل (٣ - ٤)

الدائرة رقم (٣)

الشكل (٣ - ٥) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار باستخدام المؤقت NE555.



شكل (٣ - ٥)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية قيمتها 1KΩ:3.3MΩ	R_1
مكثف كيميائى سعته 470PF:470µF	C_1
مكثف كيميائى سعته 0.01µF-16V	C_2
دائرة متكاملة (مؤقت زمنى) طراز NE555	IC_1

نظرية عمل الدائرة :

عند وصول نبضة منخفضة للمدخل 2 (مدخل الإشعال) تخرج نبضة عالية من المخرج 3 زمنها يساوى $T = 1.1R_1C_1$.

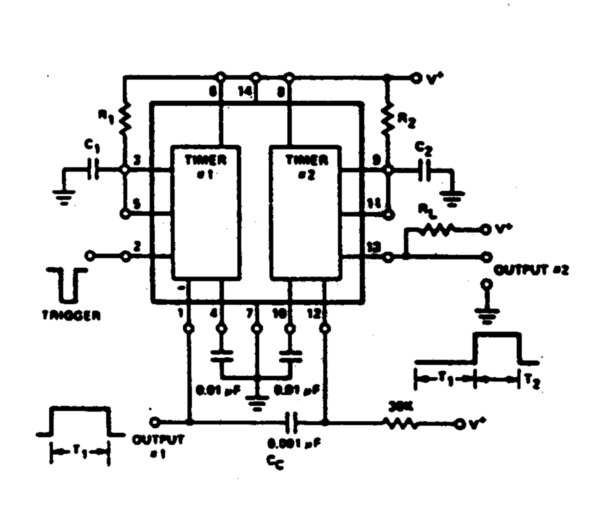
علماً بأن الجهد V_{CC} يتراوح مابين 4.5:16V ويتراوح تيار الدخل ما بين 3:10mA فى حين أن تيار الخرج يمكن أن يصل إلى 200mA .

كما يتراوح زمن النبضة الخارجة t مابين (1mS:30mS) .

وعند وصول نبضة منخفضة للمدخل 4 يحدث تحرير لخرج المؤقت . ويقوم المكثف C_2 بمنع حدوث أى ضوضاء مما يؤدى إلى تغيير زمن النبضة t .

الدائرة رقم (٤)

الشكل (٣ – ٦) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار بمخرجين مستخدماً المؤقت المزدوج XR2556 والذى يتكون من عدد 2 مؤقت طراز 555 حيث يستخدم خرج المؤقت الأول فى إشعال المؤقت الثانى من خلال المكثف C_C .



شكل (٣ – ٦)

عناصر الدائرة:

R_1, R_2 مقاومة كربونية تتراوح قيمتها مابين 1KΩ:3.3MΩ .

C_1, C_2 مكثف سعته مابين 470 PF:470μF .

نظرية عمل الدائرة:

عند وصول نبضة منخفضة للمدخل 2 للمؤقت الأول Timer # 1 نحصل من مخرج المؤقت الأول الرجل 1 على نبضة زمنها يساوى $T_1=1.1R_1C_1$.

حيث تقوم هذه النبضة بإشعال المؤقت الثانى Timer # 2 من خلال المكثف C_C بعد انتهاء الزمن T_1 وعليه تخرج نبضة من المخرج 13 للمؤقت الثانى زمنها يساوى $T2=1.1R_2C_2$.

علماً بأن قيمة T_1,T_2 تتراوح مابين (1ms:30min) .

كما أن قيمة +v تتراوح مابين (4.5:16v) أما تيار الدخل (الرجل 2) فيتراوح مابين (3:10mA) .

كما أنه جدير بالذكر أن المقاومة R_L يجب أن تختار بحيث لايتعدى تيار الخرج 200mA أى أن قيمة R_L يجب ألا تتعدى 25 Ω عندما يكون جهد المصدر V_{CC} يساوى +5V وذلك من المعادلة الآتية:

$$R_L \leq \frac{V_{CC}}{I_{Lmax}}$$

$$\leq \frac{5x1000}{200}$$

$$\leq 2\Omega$$

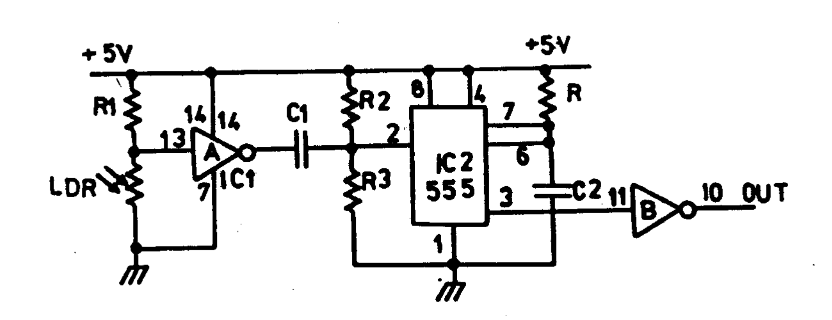
حيث إن:

V_{CC} جهد المصدر.

I_{Lmax} تيار الحمل الأقصى.

الدائرة رقم (٥)

الشكل (٣ – ٧) يعرض دائرة لتوليد نبضات عند انقطاع مسار شعاع ضوئى بواسطة مرور جسم غريب بين مصدر الشعاع الضوئى والمقاومة الضوئية LDR1 .



شكل (٣ – ٧)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية قيمتها 470 KΩ	R1
مقاومة كربونية قيمتها 12 KΩ	R2
مقاومة كربونية قيمتها 8.2 KΩ	R3
مقاومة كربونية قيمتها 1MΩ	R4
مكثف بوليستر سعته 0.22µF	C1
مكثف كيميائى سعته 0.5µF-10V	C2
دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404	IC1
مؤقت زمنى طراز 555	IC2

نظرية عمل الدائرة :

فى الوضع الطبيعى يسقط الشعاع الضوئى على المقاومة الضوئية LDR1 لتصبح

مقاومتها حوالى100Ω تقريباً وعليه فإن دخل العاكس A يكون منخفضاً ويكون خرجه عالياً فيشحن المكثف C_1 ويكون خرج المؤقت 555 منخفضاً .

عند انقطاع الشعاع الضوئى عن المقاومة الضوئية ترتفع قيمتها لتصل إلى $1M\Omega$ وبالتالى يصبح دخل العاكس A عالياً ويتحول خرجه إلى المستوى المنخفض وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مكونة من R_1,C_1,R_3 كما يعتمد زمن النبضة الناتجة على زمن قطع الجسم الغريب المار للشعاع الضوئى . فتخرج نبضة عالية على الرجل 3 للمؤقت الزمنى IC_2 والذى يعمل كمذبذب أحادى الاستقرار ويكون زمن النبضة مساوياً

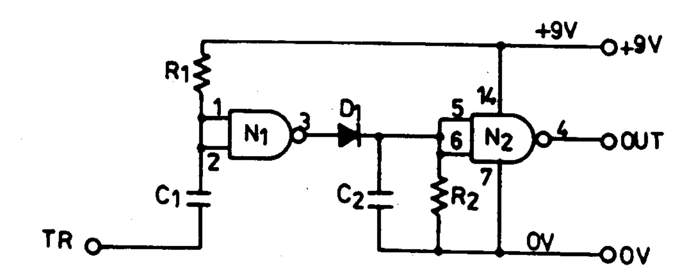
$$T=1.1R_4C_2 = 0.55 \quad S$$

وبالتالى تخرج نبضة منخفضة من البوابة B .

٣ / ٤ - المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على البوابات المنطقية

الدائرة رقم (٦)

الشكل (٣ - ٨) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار بوابات NAND عائلة CMOS.



شكل (٣ - ٨)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1MΩ/0.5W	R_1 , R_2
مكثف سيراميكى سعته 1nF	C_1, C_2
موحد سليكونى طراز 1N4148	D_1
دائرة متكاملة CMOS طراز 4011	$IC_1(N_1,N_2)$

نظرية عمل الدائرة :

يتم قدح الدائرة بواسطة الحافة السالبة لموجة الدخل الموضحة الشكل (٣ – ٩) أ . فعندما تصل هذه الحافة إلى المكثف C_1 فلا يشحن فى بادئ الأمر وعليه يكون خرج N_1 فى المستوى العالى H وفى هذه الأثناء يشحن C_1 عن طريق R_1 إلى القيمة العظمى مما يؤدى إلى ارتفاع الدخل للبوابة N_1 فينخفض خرجها إلى المستوى المنخفض (L) . ويوضح الشكل (٣ – ٩) ب شكل إشارة دخل N_1 أما الشكل (٣ – ٩) جـ فيوضح شكل خرجها ويلاحظ زمن بقاء النبضة فى المستوى العالى t_1.

(أ)
(ب)
(جـ)
(د)
(هـ)
t_1
t_2
T

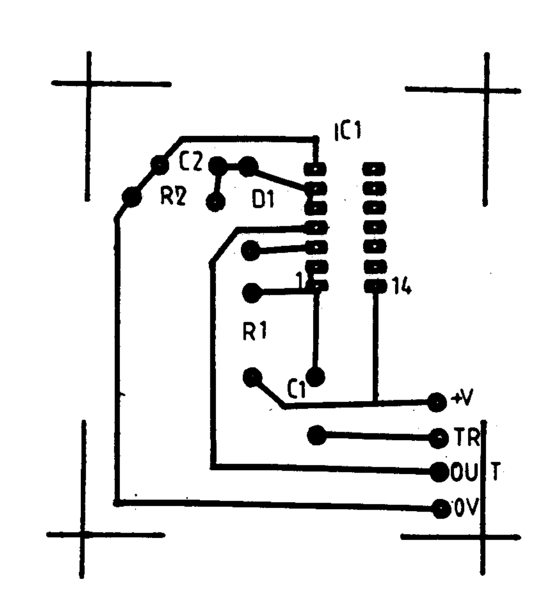
شكل (٣ – ٩)

وعندما يكون خرج N_1 فى المستوى العالى H يشحن C_2 إلى القيمة العظمى فيرتفع دخل N_2 وينخفض الخرج لها ويصبح فى المستوى المنخفض L.

وعند انخفاض خرج N_1 يفرغ C_2 شحنته عن طريق R_2 إلى أرضى الدائرة الأمر الذى يؤدى إلى انخفاض دخل N_2 فيرتفع خرجها ويصبح فى المستوى العالى H .

والشكل (٣ – ٩) د يوضح شكل الإشارة على دخل N_2 ويلاحظ زمن انخفاض خرج N_2 t_2 . وعلى ذلك يكون الزمن الدورى لخرج N_2 موضح بالشكل (٣ – ٩) هـ ويساوى : $T=t_1+t_2$.

والشكل (٣-١٠) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التى نحن بصددها باستخدام لوحة مطبوعة وجه واحد أبعادها 7X7 Cm.



شكل (٣ - ١٠)

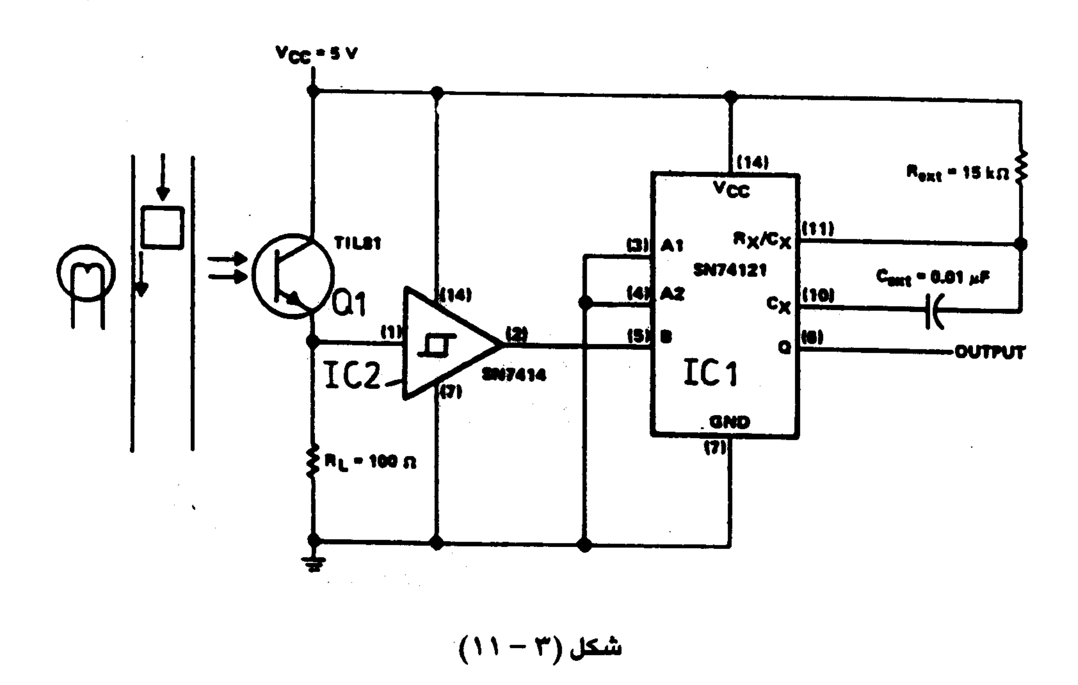
٣ / ٥ - المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على المذبذب 74121

الدائرة رقم (٧)

الشكل (٣ - ١١) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار يقوم بتوليد نبضة كلما مر صندوق على السير ليقطع مسار الشعاع الضوئى.

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 100Ω	R_L
مقاومة كربونية 15KΩ	R_{ext}
مكثف كيميائى سعته 0.01µ F-16V	C_{ext}
ترانزستور ضوئى NPN طراز TIL81	Q_1
دائرة متكاملة طراز SN7414	IC_1
دائرة متكاملة طراز SN74121	IC_2



شكل (٣ - ١١)

نظرية عمل الدائرة:

يقوم مصدر الشعاع الضوئى بالمحافظة على تشبع الترانزستور Q_1 وبالتالى يصبح دخل البوابة (IC2) Schmitt NOT عاليًا وتباعاً يصبح خرجها منخفضاً.

وبمجرد مرور صندوق على السير فيقطع مسار الشعاع الضوئى عن الترانزستور Q_1 فيتحول الترانزستور لحالة القطع وبالتالى يصبح دخل البوابة NOT منخفضاً ويتحول خرجها إلى المستوى العالى H. وعند انتقال خرج البوابة من منخفض لعال تخرج نبضة عالية من المخرج Q زمنها T ويساوى

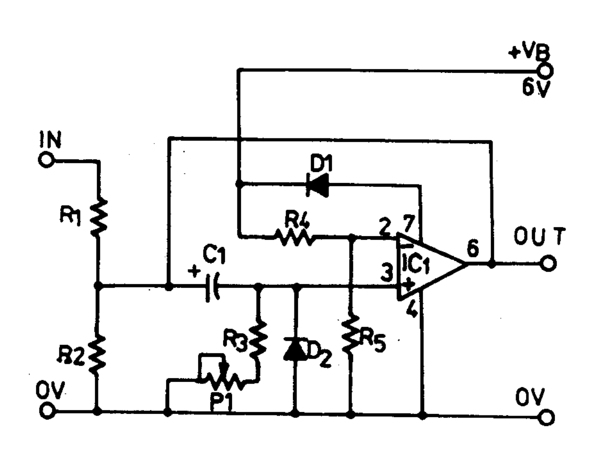
$$T = 0.693\ R_{ext}\ C_{ext}$$

$$= 0.1\text{ms}$$

٣ / ٦ - المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على مكبرات العمليات

الدائرة رقم (٨)

الشكل (٣ - ١٢) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار باستخدام مكبر عمليات طراز 741



شكل (٣ - ١٢)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10k Ω / 0.5W	R_1, R_4
مقاومة كربونية 100k Ω / 0.5W	R_2
مقاومة كربونية 47k Ω / 0.5W	R_3
مقاومة كربونية 12k Ω / 0.5W	R_5
مقاومة متغيرة 1M Ω /1W	P_1
مكثف كيميائى سعته 1µ F-35V	C_1
موحد سليكونى طراز 1N4148	D_1, D_2
مكبر عمليات طراز 741	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

جهد الطرف العاكس لمكبر العمليات IC_1 يزيد قليلاً عن نصف قيمة جهد التغذية V_B بتأثير المقاومتين R_4,R_5 أما الطرف غير العاكس (3) متصل بأرضى الدائرة عن طريق P_1,R_3 وعلى ذلك يكون خرج IC_1 فى المستوى المنخفض (L) مما يؤدى إلى وضع D_1 فى الانحياز العكسى. وبمرور النبضة الموجبة لإشارة الدخل عن طريق C_1 إلى الطرف غير العاكس (3) لمكبر العمليات IC_1 يؤدى إلى ارتفاع جهده عن جهد الطرف العاكس (2) لزمن قصير ويرتفع خرج المكبر IC_1 لنفس الزمن مما يؤدى إلى تغير حالة D_1 إلى الانحياز الأمامى ليوفر جهداً موجباً للطرف غير العاكس (3) ويظل خرج المكبر IC_1 فى المستوى العالى H إلى أن تتغير حالة الدخل للطرف غير العاكس بتأثير إشارة الدخل.

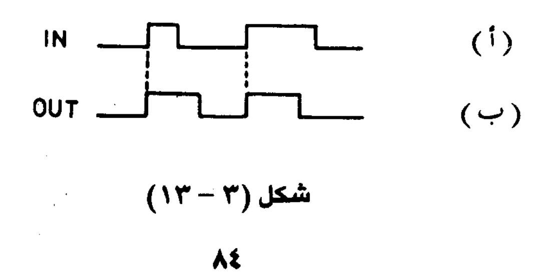
ويلاحظ أن حالة الدخل للطرف غير العاكس لن تتغير إلا عندما يشحن المكثف C_1 عن طريق P_1,R_3 لينخفض جهده عن جهد الطرف العاكس (2) فيؤدى إلى تحول خرج المكبر IC_1 إلى المستوى المنخفض (L) مرة أخرى.

والشكل (٣ – ١٣) يوضح إشارة الدخل (أ) وإشارة الخرج (ب).

كما أنه يمكن حساب الزمن الدورى لخرج المذبذب من العلاقة:

$$T=0.5C_1(R_3+P_1) \quad Sec$$

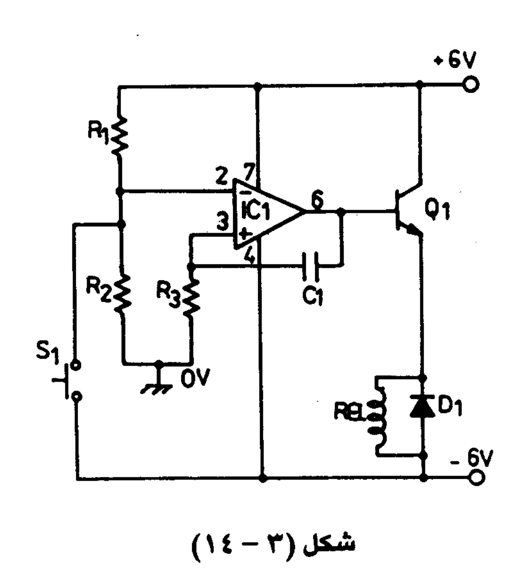
وعلى ذلك يتضح أنه يمكن التحكم فى الزمن الدورى لخرج المذبذب بواسطة المقاومة المتغيرة P_1.



شكل (٣ – ١٣)

الدائرة رقم (٩)

الشكل (٣ – ١٤) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار باستخدام مكبر عمليات طراز 741



شكل (٣ – ١٤)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 100KΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W	R_2
مقاومة كربونية 3.3MΩ/0.5W	R_3
مكثف سعته 1μF	C_1
موحد سليكونى طراز 1N4001	D_1
ترانزستور NPN طراز 2N3704	Q_1
مكبر عمليات OP-AmP طراز 741	IC_1
ريلاى 12V مقاومة ملفه أكبر من 180 Ω	REL
ضاغط N.o (عادة مفتوح)	S_1

نظرية عمل الدائرة:

يمكن الاستعانة بنظرية عمل الدائرة السابقة رقم (٨) .

الباب الرابع

دوائر عملية للمذبذبات اللامستقرة

دوائر عملية للمذبذبات اللامستقرة

٤ / ١ - مقدمة

يمكن تقسيم المذبذبات عديمة الاستقرار إلى :

١ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار مرتكزة على الترانزستورات .

٢ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على عواكس .

٣ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على بلورات بيزوكهربية Piezo electric crystals .

٤ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على مكبرات عمليات .

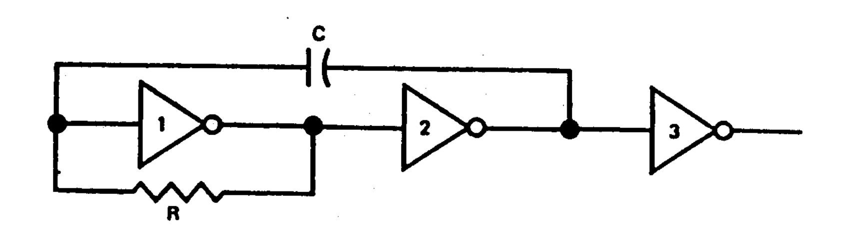
٥ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على بوابة Schmitt NAND .

٦ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على المؤقت 555 (راجع الفقرة : ١-٤-٣) .

وفى هذه الفقرة سنلقى الضوء على عمل بعض هذه الأنواع .

٤ / ١ / ١ - المذبذبات عديمة الاستقرار التى تحتوى على عواكس

الشكل (٤ - ١) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار مستخدماً دائرة متكاملة رقمية تحتوى على ستة عواكس طراز 7404



شكل (٤ - ١)

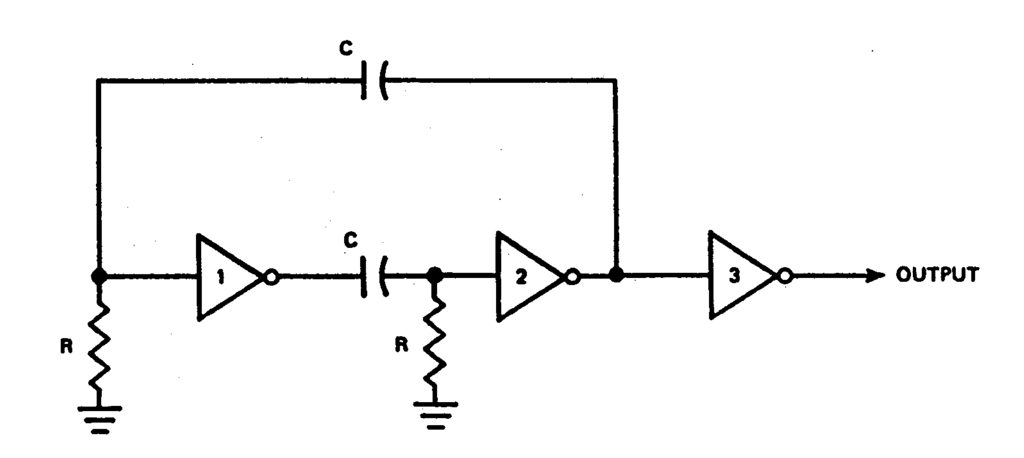
وتردد هذا المذبذب يساوى $F = 1/3RC$

علماً بأن المقاومة R تتراوح ما بين $150 : 220\Omega$

فإذا كان $C = 170\ \mu F\ ,\ R = 200\ \Omega$ فإن

$$F = 10^6 / 3x200x170 = 10\ HZ$$

كما يعرض الشكل (٤ –٢) دائرة مذبذب عديم الاستقرار يستخدم فيها الدائرة المتكاملة 7404 والتى تحتوى على ستة عواكس من النوع TTL .



شكل (٤ – ٢)

وتردد هذا المذبذب يساوى:

$$F = 1/2RC \quad HZ$$

فإذا كان $C = 4\ \mu F\ ,\ R = 230\ \Omega$ فإن

$$F = 10^6 / 2x230x4 = 54.4 \quad HZ$$

علماً بأن المقاومة R تتراوح ما بين $(200 : 1000\Omega)$

والجدير بالذكر أنه يمكن استبدال العواكس ببوابات NAND مداخلها مقصورة معاً.

٤ / ١ / ٢ - المذبذبات عديمة الاستقرار التى تحتوى على بلورات بيزوكهربية

تستخدم بلورات البيزوالكهربية Piezo electric crystals المصنوعة من الكوارتز فى عمل هذه المذبذبات.

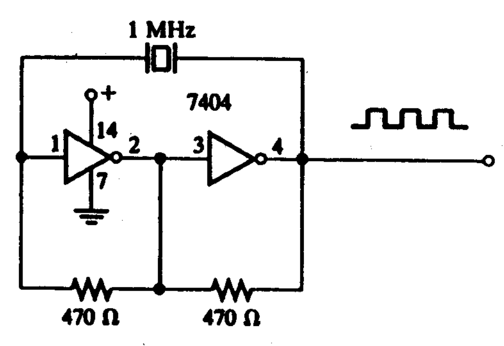
ويعرف تأثير بيزوالكهربى بأنه عند تسليط جهد متردد على هذه البلورات فإنها تهتز بنفس تردد المصدر الكهربى.

وتستخدم بلورات الكوارتز عادة فى بناء المذبذبات وذلك لقوتها الميكانيكية العالية وبساطتها فى التصنيع. وكل بلورة لها تردد طبيعى وتتواجد بلورات الكوارتز بترددات طبيعية تتراوح ما بين (25k : 5M)HZ. وحتى تستخدم بلورات الكوارتز فى الدوائر الإلكترونية توضع بين لوحين من المعدن فيتشكل مكثف له عزل بلورى. وبتعريض لوحى البلورة لجهد كهربى تهتز بتردد يساوى تردد المصدر الكهربى فإذا كان تردد المصدر الكهربى يساوى التردد الطبيعى للبلورة نحصل على رنين وتهتز البلورة بأعلى معدل اهتزاز.

وتتميز المذبذبات البلورية بدقتها المتناهية ويعاب على هذه المذبذبات استخدامها فى دوائر القدرة الصغيرة لعدم انهيارها. كما أن تردد المذبذبات من هذا النوع لا يمكن تغييره ذلك لأنه يساوى التردد الطبيعى للبلورة.

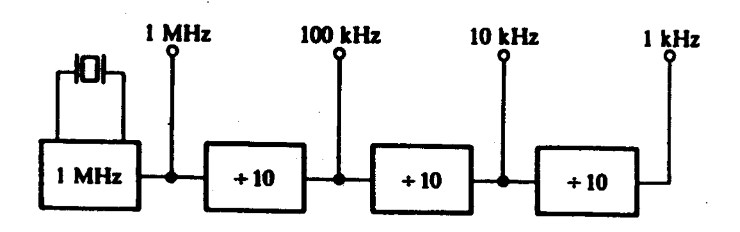
والشكل (٤ - ٣) يعرض دائرة مذبذب بلورى يتكون من بلورة كوارتز ترددها الطبيعى 1MHZ. ودائرة متكاملة TTL تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 ومقاومتين متساويتين قيمة كل منهما 470Ω

وتردد الموجات المربعة (خرج المذبذب) 1MHZ تقريباً. كما أنه يمكن تغيير تردد هذا الخرج وذلك للحصول على أى تردد باستخدام بلورة كوارتز ترددها الطبيعى يساوى التردد المطلوب.



شكل (٤ - ٣)

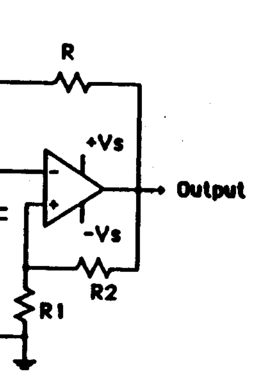
كما أنه يمكن الحصول على ترددات منخفضة من المذبذب الموضح فى شكل (٤ – ٣) وذلك باستخدام عناصر تقسيم مناسبة مثل العدادات العشرية المكودة ثنائياً طراز 74192 والشكل (٤ – ٤) يوضح ذلك.



شكل (٤ – ٤)

٤ / ١ / ٣ – المذبذبات عديمة الاستقرار التى تحتوى على مكبرات عمليات

الشكل (٤ – ٥) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار يحتوى على مكبر عمليات. وهذه الدائرة تعمل كمقارن حيث إن المكثف C هو مصدر جهد الدخل على المدخل العاكس والمقاومات R1,R2 تعمل كمجزئ جهد يقوم بعمل تغذية عكسية بجزء من جهد الخرج Vo للدخل. وسوف ندرس هذه الدائرة فى حالتين:



شكل (٤ – ٥)

أولاً: عندما يكون Vo مساوياً لجهد التشبع الموجب +Vsat:

يسمى الجهد على الطرف غير العاكس (+) للمكبر فى هذه الحالة بجهد الركبة العلوية VUT ويساوى:

$$V_{UT} = V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

ويكون الجهد على الطرف العاكس (–) للمكبر مساوياً للجهد على طرفى المكثف C والذى يزداد تدريجياً نتيجة شحن المكثف C من خلال المقاومة R حتى يصبح أكبر من جهد الركبة العلوية VUT حينئذ يصبح جهد الخرج Vo يساوى –Vsat

ثانياً : عندما يكون Vo مساوياً لجهد التشبع السالب –Vsat :

يسمى الجهد على الطرف غير العاكس (+) للمكبر فى هذه الحالة بجهد الركبة السفلية VLT :

$$V_{LT} = -V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

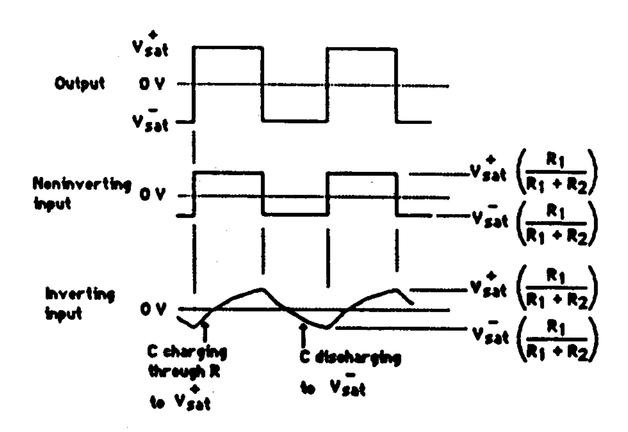
ويكون جهد الرجل العاكسة للمكبر مساوياً لجهد أطراف المكثف C والذى يقل تدريجياً نتيجة تفريغ المكثف شحنته من خلال المقاومة R .

وعندما يكون جهد المكثف أكثر سالبية من الجهد VLT يتغير خرج المكبر من –Vsat إلى +Vsat وهكذا .

ويكون تردد المذبذب مساوياً

$$F = 1/2RC \qquad HZ$$

ويبين الشكل (٤ – ٦) شكل نبضات جهد الخرج وجهد المدخل العاكس والمدخل غير العاكس .



شكل (٤ – ٦)

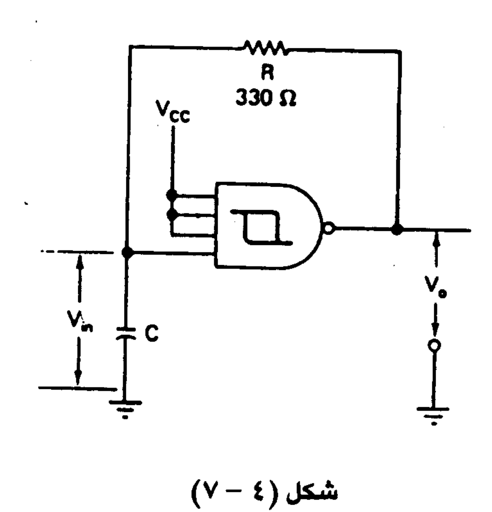
٤ / ١ / ٤ - المذبذبات عديمة الاستقرار التى تحتوى على بوابة Schmitt NAND

الشكل (٤ - ٧) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام بوابة Schmitt NAND مع مقاومة ومكثف خارجيين R, C.

وتردد المذبذب يتراوح ما بين 0.1 HZ: 10 MHZ ويأتى من العلاقة :

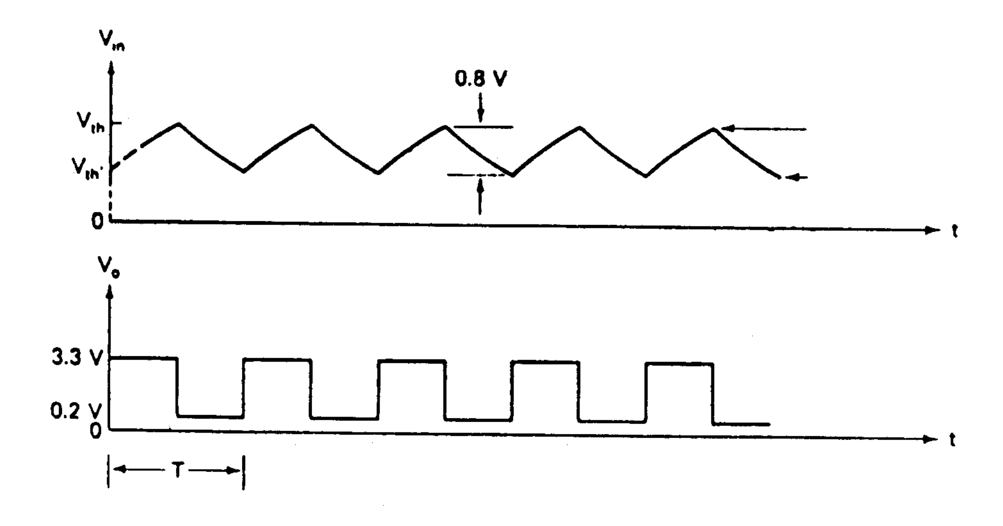
$$F = 0.9 / RC$$

وعند استخدام الدائرة المتكاملة 7413 فإن R تساوى 33Ω



شكل (٤ - ٧)

والشكل (٤ - ٨) يعرض شكل موجة الدخل والخرج لهذا المذبذب.



شكل (٤ - ٨)

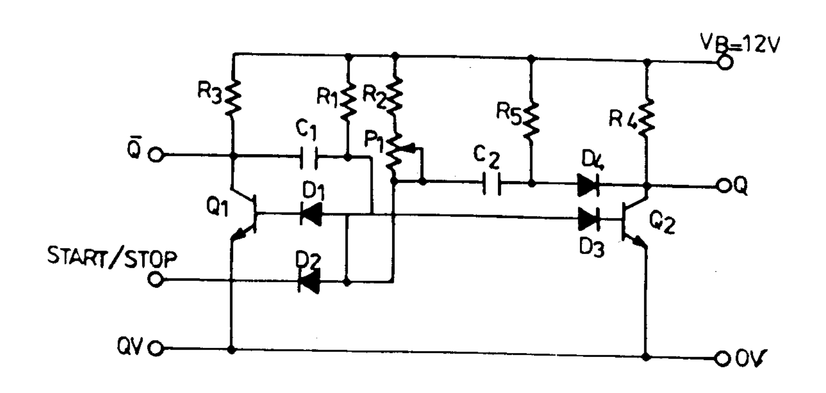
ويلاحظ من الشكل (٤ - ٨) أن جهد الدخل يتأرجح بين العتبة العلوية وجهد العتبة السفلية وذلك لشحن وتفريغ المكثف C علماً بأن جهد العتبة العلوية 1.7V بينما جهد العتبة السفلية يساوى 0.9V والفرق بينهما 0.8V.

أحياناً يحدث تشوه لخرج هذا المذبذب نتيجة لأن المقاومة R تمثل حملاً على خرج بوابة المذبذب وللحصول على خرج ثابت وغير مشوه تستخدم بوابة أخرى من النوع (Schmitt NAND) تستخدم كبوابة NOT وتوصل بمخرج المذبذب .

٤ / ٢ - الدوائر العملية للمذبذبات عديمة الاستقرار المرتكزة على ترانزستورات

الدائرة رقم (١٠)

الشكل (٤ - ٩) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام ترانزستورين NPN.



شكل (٤ - ٩)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 33kΩ	R1
مقاومة كربونية 10kΩ	R2
مقاومة كربونية 510Ω	R3, R4
مقاومة كربونية 5.1kΩ	R5
مقاومة كربونية متغيرة 50kΩ	P1

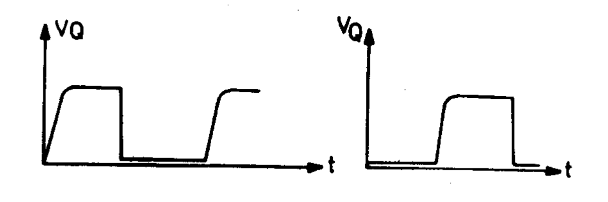
* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W

مكثف سيراميكى سعته 22 nF	C_1 , C_2
موحد سليكونى طراز 1N 4001	D_1 : D_4
ترانزستور NPN طراز BC 238	Q_1 , Q_2

نظرية عمل الدائرة:

المذبذب عديم الاستقرار المبين بالشكل (٤ - ٩) يتكون من مرحلتين تكبير وله خرجان (Q , $\bar{Q}$) عبارة عن موجة مربعة وكلاهما عكس الآخر.

والشكل (٤ - ١٠) يوضح شكل الخرجين.



شكل (٤ - ١٠)

ولدائرة المذبذب عديم الاستقرار حالتان لعدم الاستقرار هما:

الحالة الأولى: عندما يكون الترانزستور Q_1 فى وضع ON و Q_2 في وضع OFF.

الحالة الثانية: عكس الحالة الأولى أى يكون Q_1 OFF أما Q_2 فيكون ON.

الحالة الأولى: عندما يكون Q_2(0FF) فإن المقاومة بين المجمع والباعث R_{CE2} تكون عالية وتقاس بالميجا أوم وحيث إن R_4 متصلة على التوالى مع مجمع Q_2 مما يعنى أن الجهد V_B يقع تقريباً بأكمله على المقاومة R_{CE2} ويكون الخرج $Q \cong V_B$. وفى نفس الوقت يكون Q_1(ON) مما يعنى انخفاض المقاومة بين المجمع والباعث R_{CE1} ولاتصال R_3 بالتوالى مع مجمع Q_1 مما يعنى أن V_B يقع تقريباً بأكمله على R_3 ويكون قيمة الخرج $\bar{Q}$ مساوياً لجهد التشبع V_{CE1} وتقريباً يساوى ($\bar{Q} \cong 0.1V$). وتظل الدائرة فى هذه الحالة حتى يتم شحن المكثف C_1 عن طريق R_1 وحتى يصل جهد قاعدة Q_2 إلى

حوالى 0.7V وعند ذلك يتحول إلى وضع التوصيل ON ويصبح الجهد بين المجمع والباعث يساوى جهد التشبع $V_{CE2} \cong 0.1V$. ولكن المكثف C_2 لن يفقد شحنته على الفور ولكنه يؤثر على قاعدة Q_1 بجهد سالب مما يؤدى إلى تحويل Q_1 إلى حالة القطع OFF . وعلى ذلك نجد أن الدائرة وصلت إلى حالة عدم الاستقرار الثانية حيث إن (Q_1 أصبح OFF) بينما (Q_2 أصبح ON) وتظل هذه الحالة حتى يفرغ C_2 شحنته ويبدأ فى الشحن مرة أخرى فى الاتجاه المعاكس من خلال R_1, R_2 ليرتفع جهد قاعدة Q_1 إلى 0.7V وفى هذه الأثناء يشحن C_1 من خلال R_3 وعلى ذلك يتحول Q_1 إلى ON وQ_2 إلى OFF لتصل الدائرة إلى حالة عدم الاستقرار الأولى مرة أخرى وتظل الدائرة فى هذه الحالة حتى يفرغ C_1 شحنته ومن ثم يشحن مرة أخرى فى الاتجاه المعاكس عن طريق R_1 وهكذا .

وعلى ذلك يتوقف زمن موجة الخرج على زمن تفريغ المكثف من أقصى شحنة له والتى تساوى تقريباً $-V_B$ إلى أقل قيمة للشحن وتساوى تقريباً 0.1V ثم شحنه مرة أخرى فى الاتجاه المعاكس إلى 0.7V .

وبواسطة R_5 وD_4 يمكن الحصول على موجة مربعة ذات حافة حادة وذلك لأن الموحد D_4 يقوم بفصل خرج Q_2 عند شحن C_2 عن طريق R_4 وعليه يشحن C_2 عن طريق R_5 بدلاً من R_4 .

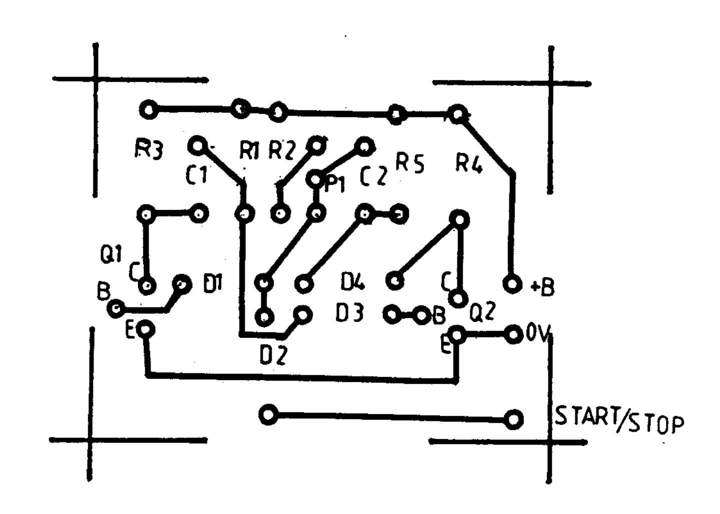
أما الموحدان D_3 وD_1 فيعملان على حماية الترانزستورين من الدخل السالب على قاعدتيهما .

الموحد D_2 يقوم بعمل بدء وإيقاف للدائرة فعند توصيله بأرضى الدائرة (0V) فإنه يكون فى الانحياز الأمامى ويصبح جهد الأنود حوالى 0.7V .

وهذا الجهد يوقف الترانزستور Q_1 عن العمل وذلك لأن الترانزستور Q_1 يحتاج أن يكون جهد آنود D_1 يساوى 1.4V لكى يعمل .

بينما إذا وصل D_2 بجهد موجب ليصبح فى الانحياز العكسى أو عدم توصيله بأرضى الدائرة فإنه لا يؤثر على عمل الدائرة .

والشكل (٤ – ١١) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التى نحن بصددها باستخدام لوحة مطبوعة أبعادها 7X6 Cm .

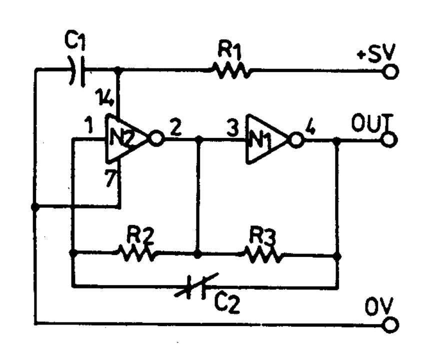


شكل (٤ - ١١)

٤ / ٣ - الدوائر العملية للمذبذبات اللامستقرة المرتكزة على بوابات منطقية TTL

الدائرة رقم (١١)

الشكل (٤ - ١٢) يعرض دائرة مذبذب لامستقر باستخدام الدائرة المتكاملة 74LS04.



شكل (٤ - ١٢)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 10 Ω/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 560 Ω/0.5W	R_2 , R_3
مكثف تاتليوم سعته 1µF - 12V	C_1
مكثف متغير سعته 20 PF : 85 PF	C_2
دائرة متكاملة طراز 74 SL 04 (N_1 , N_2)	IC_1

نظرية عمل الدائرة :

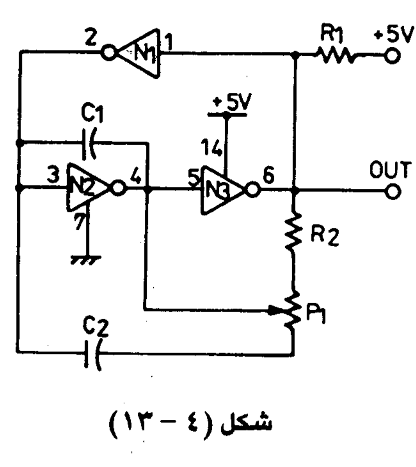
يتميز المذبذب المبين بأنه يمكن التحكم فى تردده حيث إن مدى تردد خرجه يتراوح ما بين 800 KHZ إلى ما يقرب من 12 MHZ . ويتم التحكم فى تردده عن طريق R_2 , R_3 وبمساعدة مكثف التهذيب C_2 .

كما يلاحظ أن قيمة كل من R_2 , R_3 المعطاة فى الدائرة تعطى مدى تردد المذبذب وباستخدام C_2 يتم ضبط قيمة التردد المطلوبة بدقة .

أما المقاومة R_1 فهى مقاومة حماية للدائرة المتكاملة IC_1 وكذلك تعطى جهد التغذية المناسب لها . والمكثف C_1 مكثف إمرار يساعد على زيادة استقرار الدائرة .

الدائرة رقم (١٢)

الشكل (٤ – ١٣) يعرض دائرة مذبذب متحكم فيه (50% D. C) .



شكل (٤ – ١٣)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1K Ω/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 2.2K Ω/0.5W	R_2
مقاومة متغيرة 5K Ω/1W	P_1
مكثف كيميائى سعته 10 µF - 25V	C_1
مكثف كيميائى سعته 50 µF - 25 V	C_2
دائرة متكاملة طراز 7405 (TTL)	IC_1 (N_1 : N_4)

نظرية عمل الدائرة :

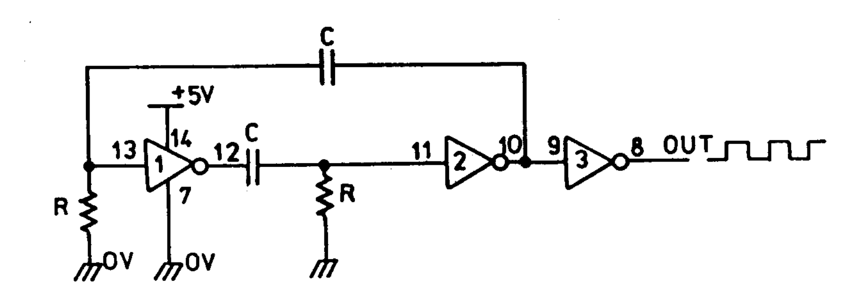
بالتحكم فى قيمة P_1 يمكن التحكم فى تيار شحن كل من C_1, C_2 حيث يتناسب هذا التغير مع تردد خرج المذبذب .

يمكن التحكم فى دورة التشغيل للمذبذب (D. C) بنسبة 50% خلال مدى تردد المذبذب . قيمة سعة المكثف C_2 تحدد أقل قيمة لتردد المذبذب ويتضح أن المذبذب يمكن التحكم فى تردده بواسطة P1 خلال المدى 4HZ إلى 20HZ .

أما إذا أردنا أن يعمل المذبذب خلال أمدية أخرى من الترددات فإنه يجب تغيير قيم كل من C_1 والمقاومة R_2 حيث إنهما مسئولان عن تحديد أقصى قيمة لتردد المذبذب .

الدائرة رقم (١٣)

الشكل (٤ - ١٤) يعرض دائرة مذبذب لامستقر باستخدام ثلاثة عواكس طراز 7404.



شكل (٤ – ١٤)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 220 Ω/0.5W	R
مكثف سيراميكى سعته 4 µF	C
دائرة متكاملة (ثلاثة عواكس) طراز 7404	IC_1 (1 : 3)

فكرة عامة عن الدائرة :

تردد المذبذب يأتى من العلاقة

$$F = 1 / 2RC \quad HZ$$

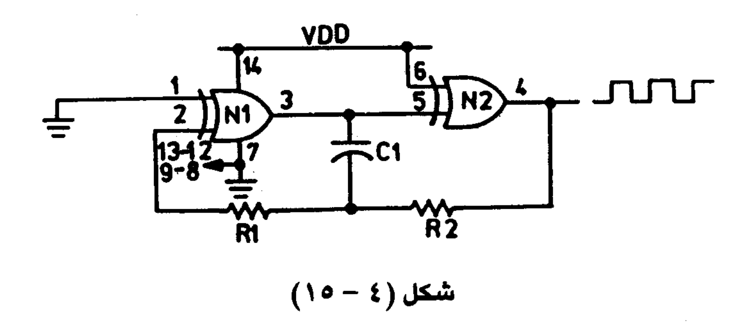
وعليه تكون قيمة تردد المذبذب على أساس القيم المعطاة

$$F = 10^6 / 2 \times 220 \times 4 = 570 \quad HZ$$

والجدير بالذكر أن المقاومة R يمكن أن تتراوح قيمتها ما بين 1000 Ω : 200 وتيار خرج المذبذب يكافئ تيار خرج العاكس 7404 وهو حوالى 16 mA عند المستوى المنخفض للخرج ويساوى 0.4 mA عند المستوى العالى للخرج .

الدائرة رقم (١٤)

الشكل (٤ – ١٥) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر يولد نبضات مربعة باستخدام بوابتين XOR عائلة CMOS طراز 4070 .



شكل (٤ - ١٥)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية (انظر الشرح)	R_1, R_2
مكثف كيميائى (انظر الشرح)	C_1
دائرة متكاملة CMOS طراز 4070	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

إذا افترضنا أن حالة الرجل 2 للبوابة N_1 منخفضة فإن خرج البوابة N_1 سيكون منخفضًا هو الآخر فى حين يصبح خرج N_2 عالياً. وبالتالى فإن المكثف C_1 سوف يشحن من خلال المقاومة R_2 وبعد تمام شحن C_1 فإن دخل N_1 يصبح عالياً من خلال R_1 فبعكس حالة مخرج N_1 ويصبح خرج N_2 منخفضاً ليفرغ المكثف C_1 شحنته خلال R_1 وبعد تمام تفريغ C_1 يصبح دخل N_1 منخفضاً وتتكرر دورة التشغيل.

ويلاحظ الحصول على نبضات مربعة عند مخرج N_2 إذا كان $R_1 = R_2 = R$.

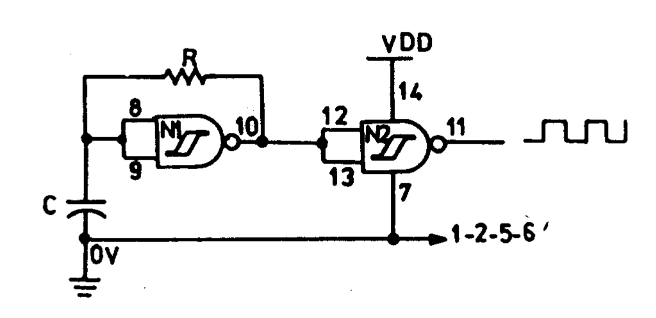
وتردد الخرج فى هذه الحالة يساوى HZ $F = 0.6/ RC$.

وعلى ذلك فبتغيير قيمة كل من C وR يمكن تغيير تردد المذبذب علماً بأن أقصى تيار خرج يمكن أخذه من الدائرة يكافئ تيار خرج البوابة N_2.

والجدير بالذكر أن الرجل (18) للدائرة المتكاملة IC_1 توصل بجهد تغذية موجب يتراوح ما بين 18 V : 3 فى حين أن الرجل (7) توصل بأرضى الدائرة.

الدائرة رقم (١٥)

الشكل (٤ - ١٦) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام بوابتين Schmitt NAND عائلة CMOS طراز 4093.



شكل (٤ - ١٦)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1M Ω	R
مكثف بوليستر سعته 33 nF	C
دائرة متكاملة طراز 4093	IC_1 (N_1 , N_2)

فكرة موجزة عن الدائرة:

تردد خرج المذبذب يأتى من العلاقة:

$$F = 0.9 / RC$$

$$= 27 \quad HZ$$

ويتراوح الجهد V_{DD} ما بين 3 : 18 V.

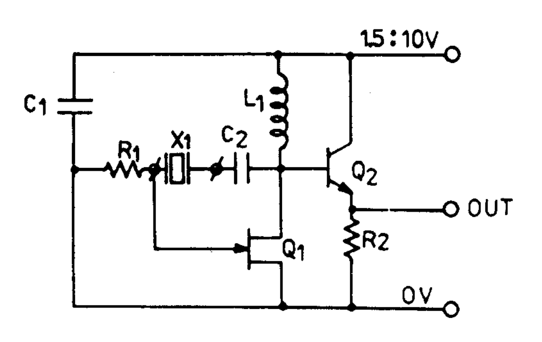
والجدير بالذكر أن خرج البوابة N_1 يكون مشوهًا نتيجة تحميل المقاومة R على خرجها ولذلك استخدمت البوابة N_2 لإزالة هذا التشويه.

وأقصى تيار يمكن أخذه من هذه الدائرة يكافئ تيار خرج N_2 ويساوى تقريباً 0.5 mA.

٤ / ٤- الدوائر العملية للمذبذبات اللامستقرة البلورية

الدائرة رقم (١٦)

الشكل (٤ – ١٧) يعرض دائرة مذبذب بلورى يغذى بجهد منخفض.



شكل (٤ – ١٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 4.7 M Ω/ 0. 5W	R_1
مقاومة كربونية 220 Ω/ 0. 5W	R_2
مكثف سيراميكى سعته 22 nF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 1nF	C_2
ملف حثه 1 mH	L_1
ترانزستور (FET) نوع N طراز BF 256	Q_1
ترانزستور NPN طراز BC 147 AC	Q_2
بلورة ذات مدى تردد (100 KHZ: 10 MHZ)	X_1

نظرية عمل الدائرة :

يتم توصيل البلورة X1 ما بين المصرف D والبوابة G للترانزستور Q1 حيث تعمل ضمن دائرة رنين توازى والتى تشمل أيضاً الملف L1 والذى يستخدم لتحسين مدى تردد المذبذب . والمكثف C1 يعمل كمكثف ربط بين X1 ومرحلة خرج المذبذب .

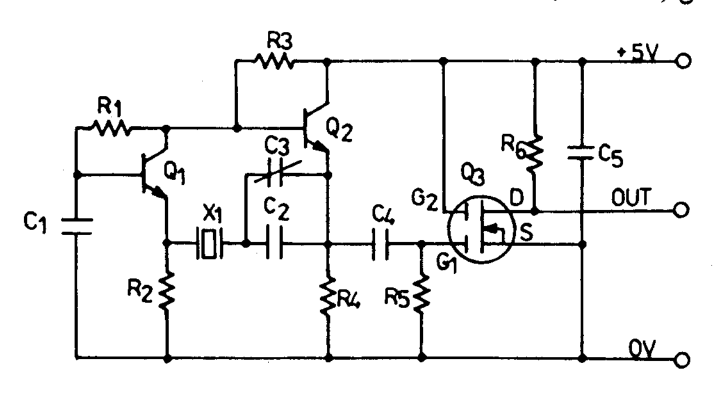
أما التغذية العكسية والإزاحة فى زاوية الوجه والتى تصل إلى 180^{o} فإنها تتوقف على السعة الداخلية لكل من دائرتى دخل وخرج الترانزستور Q1. ويعمل الترانزستور Q2 كمرحلة عزل ما بين مرحلة خرج المذبذب والحمل .

كما أنه يمكن استخدام بلورات ذات مدى تردد مختلف على حسب قيمة التردد المطلوب على ألايتعدى تردد البلورة النطاق الترددى المسموح به والمحدد ما بين 100 KHZ: 10 MHZ .

ويمكن استخدام الدائرة فى تطبيقات متنوعة وذلك لانخفاض جهد التغذية حيث إن أقل جهد تغذية يمكن أن تعمل عنده الدائرة 1.5V .

الدائرة رقم (١٧)

الشكل (٤ - ١٨) يبين دائرة مذبذب بلورى .



شكل (٤ - ١٨)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 33 KΩ/0.5W R1

مقاومة كربونية 220 Ω/0.5W — R_2, R_4

مقاومة كربونية 2.7KΩ/0.5W — R_3, R_5

مقاومة كربونية ≥ 560 Ω/ 0.5W — R_6

مكثف سيراميكى سعته 330 nF — C_1

مكثف سيراميكى سعته 22 PF — C_2

مكثف متغير سعته 20 PF — C_3

مكثف سيراميكى سعته 1 nF — C_4

مكثف سيراميكى سعته 100 nF — C_5

ترانزستور NPN طراز BF 494 — Q_1,Q_2

ترانزستور (MOSFET) طراز BF 900 — Q_3

بلورة ترددها ما بين MHZ (1:30) — X_1

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة يستخدم فيها دائرة رنين توالى حيث يمكن الحصول على استقرار عال لخرج المذبذب عن الدوائر التى يستخدم فيها دائرة رنين توازى. كما أن تصميم الدائرة يتيح الحصول منها على تردد يصل إلى 30 MHZ بدون أى إزاحة فى زاوية الوجه بين الدخل والخرج. كما أن الترانزستورين Q_1, Q_2 موصلان على شكل دائرة دفع وجذب وبتوصيل البلورة X_1 ما بين باعثى الترانزستورين أدى ذلك إلى توفير إعاقة دخل وخرج منخفضة.

والترانزستور Q_3 يمثل دائرة عزل فى مرحلة خرج المذبذب مما يؤدى إلى عزل دائرة المذبذب عن أى دائرة توصل عليه.

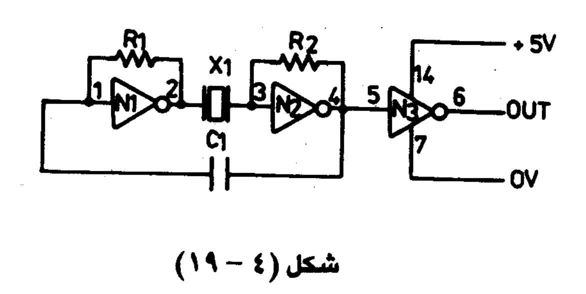
ومما تقدم يتضح أن المذبذب وفر لنا شرطى التشغيل الأمثل للعناصر الفاعلة. والتى تتمثل فى:

١ - الإزاحة فى زاوية الوجه بين الدخل والخرج تساوى صفراً.

٢ – إعاقة دخل وخرج صغيرة لتقليل الفقد.

الدائرة رقم (١٨)

الشكل (٤ – ١٩) يعرض دائرة مذبذب بلورى من النوع TTL.



شكل (٤ – ١٩)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 470 Ω/ 0-5W	R_1, R_2
مكثف سيراميكى سعته يمكن أن تأخذ القيم التالية 330 nF أو 100 nF أو 10 nF أو 1nF	C_1
دائرة متكاملة TTL طراز 74LS 04	IC_1 (N_1:N_3)
بلورة كوارتز ترددها ما بين (400K: 10 M) HZ	X_1

نظرية عمل الدائرة:

باستخدام الدائرة المتكاملة IC_1 والتى تحتوى على ستة عواكس وكذلك البلورة X_1 على أساس الدائرة المبينة أمكن الحصول على مذبذب بلورى خرجه مناسب للمعالجات الدقيقة والتى تحتاج إلى ترددات ذات قيم محددة.

والدائرة يمكن الحصول منها على ترددات تتراوح ما بين 400 KHZ إلى ما يقرب من 10MHZ وهو ما يحدده تردد البلورة المستخدمة كما أنه يمكن التحكم فى تردد المذبذب بواسطة اختيار قيم المكثف C_1. فعندما تكون سعة C_1 تساوى 100nF فإن تردد المذبذب يكون أقل من 500 KHZ أما إذا كانت سعة C_1 تساوى 10 nF فإن تردد المذبذب يتراوح ما بين 500 KHZ إلى ما يقرب من 2MHZ. وإذا قلت سعة C_1

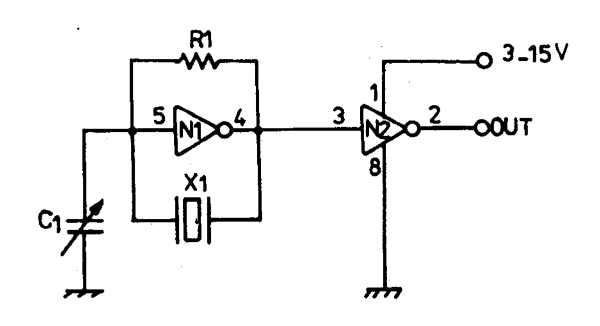
إلى 1nF فإن تردد المذبذب يرتفع ليصبح خلال مدى ترددى يتراوح ما بين 2MHZ إلى 8MHZ وباختبار سعة المكثف C_1 لتكون 330 nF فإن تردد المذبذب يصل إلى أقصى مدى ترددى له حيث يتراوح ما بين 8MHZ إلى ما يقرب من 10 MHZ .

ويجب ملاحظة أنه عندما يستخدم هذا النوع من المذبذبات عند ترددات أعلى من 10 MHZ يتم إبدال سلسلة 74LS للدائرة المتكاملة بالسلسلة 74H لتكون مناسبة لتلك الترددات العالية.

كما أنه يجب عدم استخدام بوابات قادح شميت فى هذا النوع من المذبذبات لأنها تتأثر بالسعات الشاردة مما يؤثر على استقرار تردد المذبذب.

الدائرة رقم (١٩)

الشكل (٤ – ٢٠) يعرض دائرة مذبذب بلورى من نوع CMOS.



شكل (٤ – ٢٠)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1MΩ/ 0.5W	R_1
مكثف متغير سعته ما بين 5.5: 65 PF	C_1
دائرة متكاملة CMOS طراز 4048	IC_1 (N_1, N_2)
بلورة كوارتز ترددها (1M : 14) MHZ	X_1

نظرية عمل الدائرة :

باستخدام الدائرة المتكاملة IC_1 من عائلة CMOS طراز 4048 والتى تحتوى على ستة عواكس يمكن تكوين مذبذب بلورى له مدى ترددى يتراوح ما بين (1M: 14M) HZ وذلك بمساعدة البلورة X_1 والتى تحدد ذلك التردد .

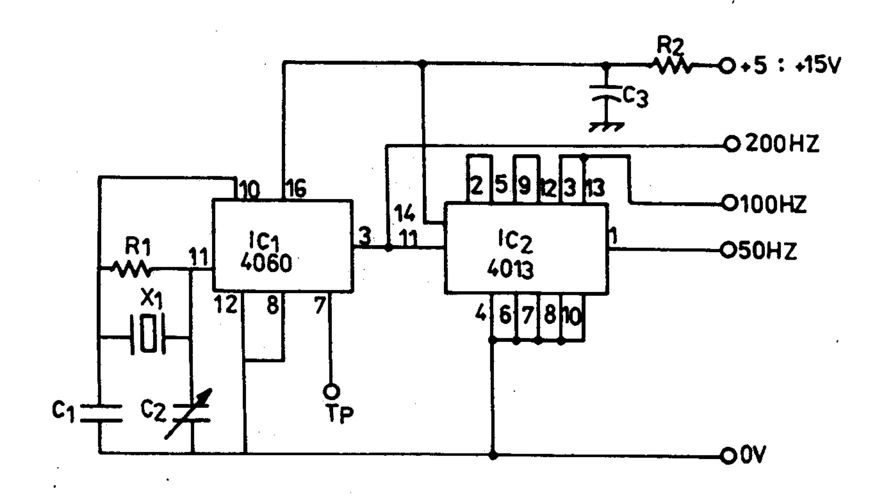
كما أنه باستخدام المكثف C_1 يمكن وبالتحكم فى سعته يتم تأكيد قيمة تردد المذبذب خلال المدى المتاح حيث إن القيم الأكبر لسعة المكثف يقابلها الترددات المنخفضة لخرج المذبذب والعكس بالعكس .

ولما كانت الدائرة المتكاملة من عائلة CMOS فإن مدى التغذية المتاح للمذبذب يتراوح ما بين V(3:15) .

كما أنه يمكن استخدام مكثف ثابت السعة حيث تتراوح سعته ما بين (22PF:68PF) مع الأخذ فى الاعتبار القيمة المناسبة لتلك السعة على أساس التردد المطلوب استرشادا بمكثف متغير فى بادئ الأمر .

الدائرة رقم (٢٠)

الشكل (٤ - ٢١) يعرض دائرة مذبذب بلورى مع دائرة متكاملة من النوع CMOS.



شكل (٤ - ٢١)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10 MΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 100Ω/0.5W	R_2
مكثف سيراميكى سعته 22PF	C_1
مكثف متغير سعته ما بين 2:22 PF	C_2
مكثف كيميائى سعته 10 µF - 16V	C_3
دائرة متكاملة CMOS طراز 4060	IC_1
دائرة متكاملة CMOS طراز 4013	IC_2
بلورة ترددها 3.2768 MHZ	X_1

نظرية عمل الدائرة:

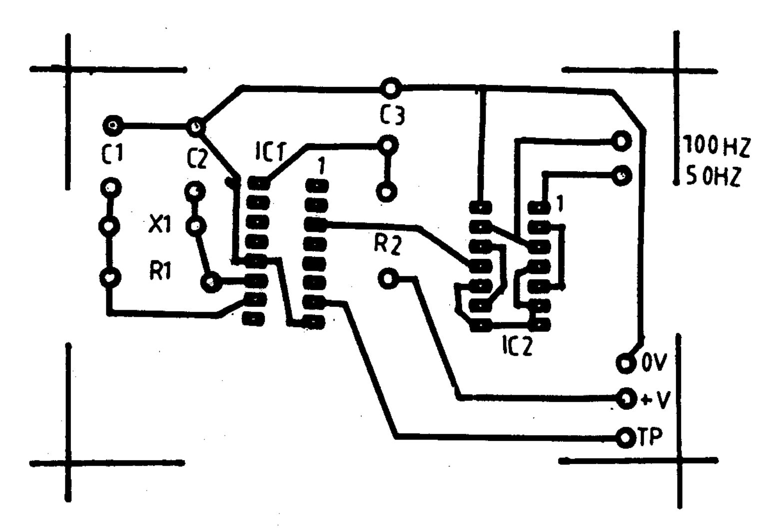
الدائرة المبينة مكونة من دائرتين متكاملتين من النوع CMOS وبلورة X_1 ويمكن من الدائرة أخذ ترددات مختلفة 50, 100, 200HZ حيث يمكن استخدام التردد 50 HZ كنبضات الساعة فى بعض الدوائر وكذلك فى أجهزة قياس التردد. ونظراً لاتساع نطاق جهد التغذية الخاص بالدائرة 5:10 V فإنه يمكن استخدامها كنبضات ساعة فى الساعات الرقمية الخاصة بالسيارات.

الدائرة المتكاملة IC_1 تحتوى على مذبذب ومقسم تردد يصل إلى المستوى 2^{14}. وعن طريق المكثف C_2 يمكن ضبط إطار تردد المذبذب حيث يمكن الحصول على موجة مربعة ذات تردد 200 HZ من الطرف رقم (3).

وبمساعدة المذبذب الداخلى للدائرة المتكاملة IC_2 يمكن تقسيم الموجة المربعة تلك على (2) ومن ثم على (4) وبذلك يمكن الحصول على الترددات 50 HZ و 100 HZ على كل من الأطراف (13,1) للدائرة IC_2 بالترتيب.

كما أنه يمكن ضبط تردد المذبذب باستخدام جهاز قياس التردد حيث يوصل على الطرف 7 للدائرة IC_1 ومن ثم يتم ضبط المكثف C_2 حتى يعطى جهاز القياس 204.8. HZ والجدير بالذكر أن جهد التغذية المتاح للدائرة يتراوح ما بين 5:15 V وتيار 0.5:2.5 mA.

والشكل (٤ - ٢٢) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة باستخدام لوحة مطبوعة أبعادها 9X7 Cµ وجه واحد .

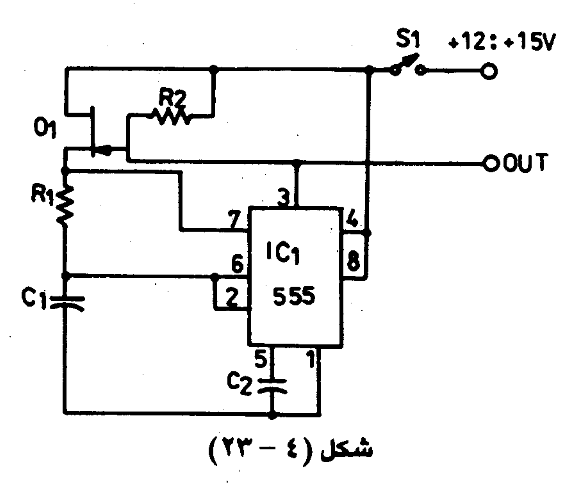


شكل (٤ - ٢٢)

٤ / ٥ - الدوائر العملية للمذبذبات اللا مستقرة المرتكزة على المؤقت الزمنى 555

الدائرة رقم (٢١)

الشكل (٤ - ٢٣) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر يعطى نبضات لها معامل خدمة 50% باستخدام المؤقت الزمنى 555.



شكل (٤ - ٢٣)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 100KΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 4.7KΩ/0.5W	R_2
مكثف كيميائى سعته 6800PF-25V	C_1
مكثف كيميائى سعته 0.01μF-25V	C_2
ترانزستور FET طراز 2N4861	Q_1
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S

نظرية عمل الدائرة:

المؤقت الزمنى IC_1 يعمل فى الدائرة كمولد موجة مربعة وعناصر التوقيت الموجودة بالدائرة هى R_1, C_1 كما يلاحظ أن الترانزستور Q_1 موصل فى الدائرة بدلاً من مقاومة التوقيت الثانية وبالتالى فإن عنصرى التوقيت يتصلان بجهد التغذية عن طريق Q_1 والذى يعمل كمفتاح والذى يتوقف خرجه على الخرج الأساسى للمذبذب وذلك لاتصال قاعدته بالطرف رقم 3 للمذبذب IC_1 وهو طرف خرج المذبذب كما أن المقاومة R_2 تغذى الترانزستور بالجهد الكافى لجعله فى حاله ON عندما يكون خرج المذبذب فى المستوى العالى (H).

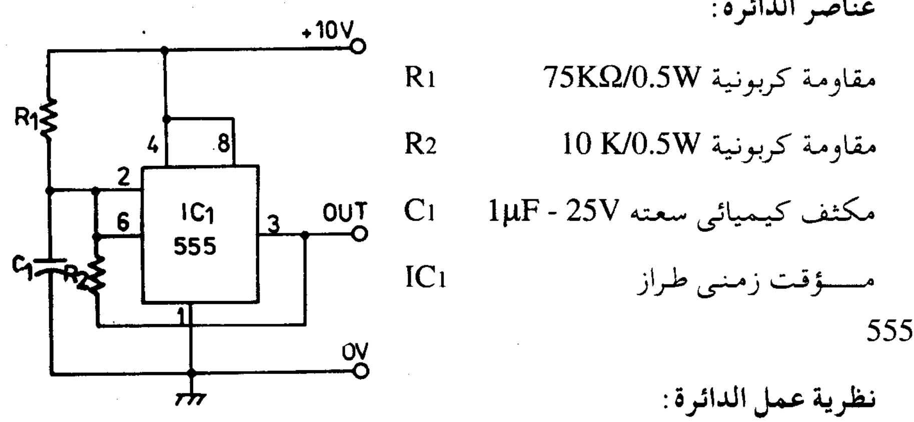
وعليه فإننا نحصل من المذبذب على خرج ذى دورة تشغيل تساوى 50%.

الدائرة رقم (٢٢)

الشكل (٤ – ٢٤) يعرض دائرة مذبذب نبضات الساعة تردده 60 HZ وله معامل خدمة 50%.

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 75KΩ/0.5W	R1
مقاومة كربونية 10 K/0.5W	R2
مكثف كيميائى سعته 1µF - 25V	C1
مــــؤقت زمنى طراز 555	IC1



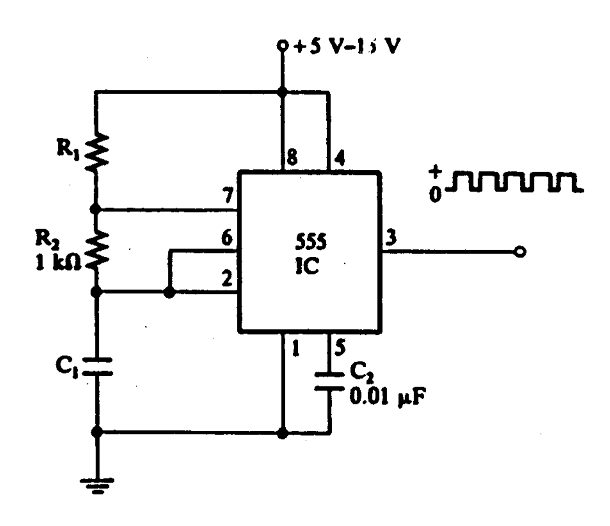
شكل (٤-٢٤)

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة تعطى موجة مربعة ترددها 60HZ عند القيم المذكورة للعناصر المستخدمة. وباستخدام R2 والتى تعمل كدائرة تغذية عكسية تحصل من خرج المذبذب على دورة تشغيل بنسبة 50%.

الدائرة رقم (٢٣)

الشكل (٤ – ٢٥) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر باستخدام المؤقت 555.



شكل (٤ – ٢٥)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 20KΩ/0.5W	R_2
مكثف بوليستر سعته 2nF	C_1
مكثف بوليستر سعته 0.01 µF	C_2
مؤقت زمنى طراز 555	IC

نظرية عمل الدائرة:

تردد خرج المذبذب يساوى

$$F = \frac{1.44}{(R_1+2R_2)C_1} = 14400 \quad HZ$$

كما أن معامل دورة الخدمة للمذبذب يساوى

$$D = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2} = 0.6$$

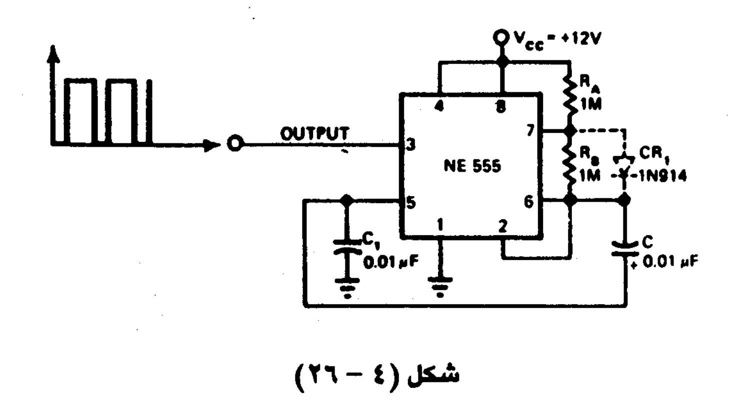
وتتراوح قيمة المقاومة الكربونية R_1,R_2 ما بين 1.5 KΩ: 3.3 MΩ .

وقيمه المكثف C_1 ما بين 470PF: 470µF.

كما أنه لا يجب أن يتعدى تيار الخرج 200 mA والجدير بالذكر أنه لا يمكن الحصول على معامل خدمة أقل من 0.5 باستخدام هذه الدائرة مهما كانت قيم R_1, R_2

الدائرة رقم (٢٤)

الشكل (٤ – ٢٦) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر باستخدام المؤقت NE555 والثنائى CR_1 للحصول على موجة مربعة ومعامل دورة الخدمة 50%.



شكل (٤ – ٢٦)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1MΩ	R_A, R_B
مكثف كيميائى سعته 0.01 µF - 16V	C_1, C
ثنائى طراز 1N914	CR_1
مؤقت زمنى طراز NE 555	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

يشحن المكثف C من خلال المقاومة R_A ثم الثنائى CR_1 فى حين يفرغ المكثف C شحنته خلال R_B.

وعلى ذلك فإن:

زمن بقاء الخرج عالياً T_H يأتى من العلاقة

$$T_H = 0.7\, R_A\, C$$

زمن بقاء الخرج منخفضاً T_L يأتى من العلاقة

$$T_L = 0.7\, R_B\, C$$

وعليه يكون زمن الدورة الكاملة T يساوى

$$T = T_H + T_L = 0.7\,(R_A + R_B)\,C$$

تردد المذبذب F يساوى

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1.43}{(R_A + R_B)\,C} \quad HZ$$

النسبة المئوية لمعامل دورة الخدمة DC% يساوى

$$DC\% = \frac{T_H}{T_H + T_L} \times 100 = \frac{R_A}{R_A + R_B} \times 100$$

فإذا كان $R_A = R_B = 1M\Omega$ فإن التردد يساوى 71 HZ أما إذا كانت $R_A < R_B$ نحصل على معامل دورة خدمة أصغر من 50%.

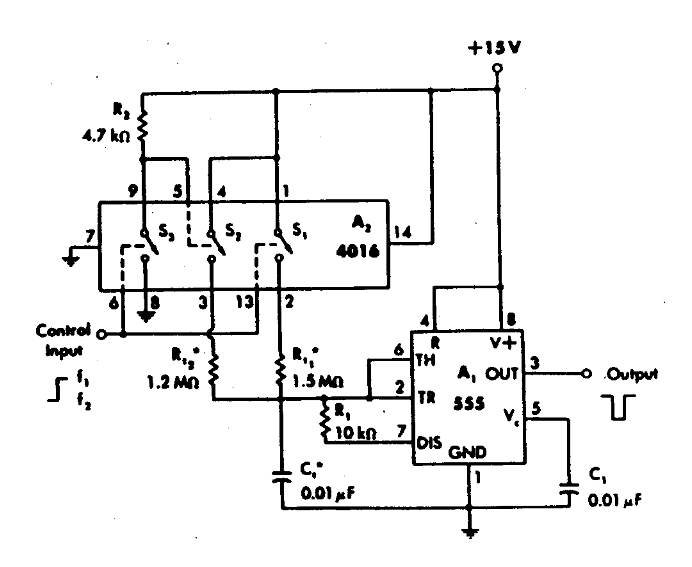
فمثلا: إذا كان $R_B = 300\ K\Omega$ ، $R_A = 30\ K\Omega$ فإن

DC% = 9%

F = 433 HZ

الدائرة رقم (٢٥)

الشكل (٤ – ٢٧) يعرض دائرة مذبذب لا مستقــر مبرمج باستخدام المـؤقـت NE555 وكذلك المفتــاح الثنــائى الاتجـاه CMOS طراز 4016.



شكل (٤ – ٢٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10 KΩ	R_1
مقاومة كربونية 4.7KΩ	R_2
مقاومة كربونية 1.5 MΩ	Rt_1
مقاومة كربونية 1.2 MΩ	Rt_2
مكثف كيميائى سعته 0.01 µF - 16V	C_1, Ct_1
دائرة متكاملة المؤقت الزمنى طراز NE555	A_1
دائرة متكاملة طراز 4016	A_2

نظرية عمل الدائرة:

عندما يكون الجهد عند الأرجل 13 و 6 للدائرة المتكاملة 4016 مرتفعًا يغلق المفتاح S_1,S_3 فيصبح تردد الموجة الخارجة على الرجل 3 مساوياً:

$$F = 1.44/Rt_1\ C_t = 100 \quad HZ$$

حيث إن:

$R_1 << Rt_1$.

وعندما يكون الجهد عند الأرجل 13و 6 للدائرة المتكاملة 4016 منخفضاً يغلق المفتاح S_2 ويصبح تردد موجة الخرج للمذبذب مساوياً:

$$F = 1.44 / Rt_2\ C_t = 120 \quad HZ$$

حيث إن:

$R_1 << Rt_2$.

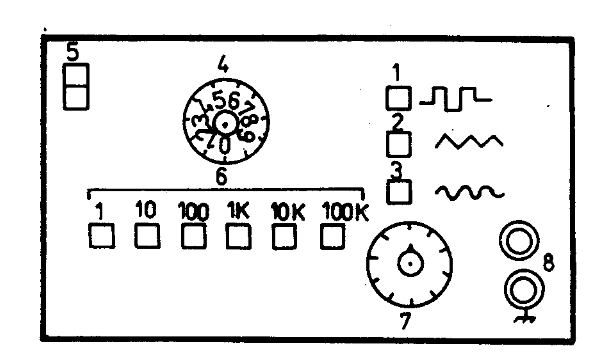
الباب الخامس

مولدات الدوال ودوائرها العملية

مولدات الدوال ودوائرها العملية

٥ / ١ - مقدمة

تستخدم مولدات الدوال فى توليد موجات مربعة ومثلثة وجيبية... إلخ، والتى تحتاج إليها فى اختيار وإصلاح ومعايرة الدوائر الإلكترونية، وتتميز مولدات الدوال بإمكانية تغيير كل من التردد والقيمة القصوى للموجة المولدة، والشكل (٥ - ١)، يعرض مخططًا توضيحيًا لمولد دوال يعطى ثلاث موجات، وهى مربعة، مثلثة، جيبية.



شكل (٥ - ١)

حيث إن :

مفتاح اختيار الموجة المربعة	1
مفتاح اختيار الموجة المثلثة	2
مفتاح اختيار الموجة الجيبية	3
مفتاح ضبط التردد	4
مفتاح الوصل والفصل	5
مفاتيح مدى الترددات	6

مفتاح تحديد القيمة القصوى للموجة المولدة	7
مخارج مولد الدوال	8

طريقة استخدام مولد الدوال :

لاستخدام مولد الدوال الذى نحن بصدده والمبين بالشكل (٥ – ١) لتوليد موجة جيبية ترددها 8KHZ وسعتها 4V نتبع النقاط التالية :

١ – نضع المفتاح 5 فى وضع ON .

٢ – نضغط على مفتاح اختيار الموجة الجيبية 3 .

٣ – نحدد مدى التردد بالضغط على مفتاح 1KHZ ضمن مفاتيح المدى 6 .

٤ – ندير مفتاح ضبط التردد 4 وصولاً للوضع 8 .

٥ – نضبط سعة الموجة المتولدة بواسطة مفتاح ضبط السعة 7 .

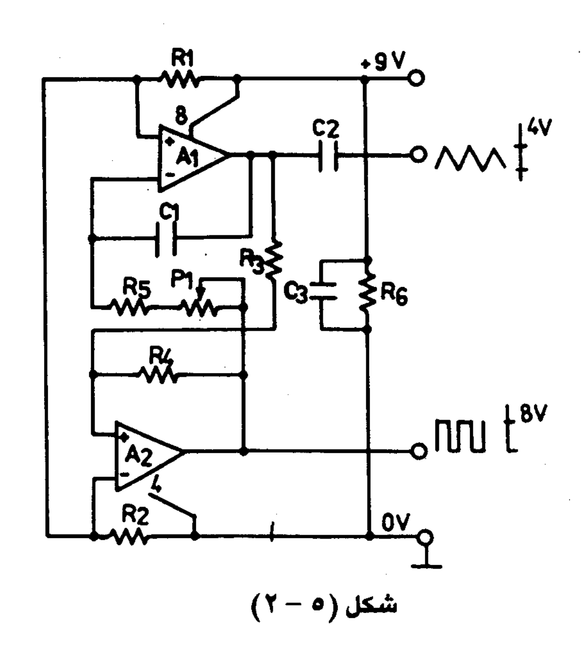
ويمكن الاستعانة بجهاز الأسيلسكوب فى النقاط ٤ ، ٥ .

ويلاحظ عادة عند استخدام مولدات الدوال لتوليد موجات لها قيم قصوى صغيرة تستخدم مقاومة على التوالى مع الطرف الموجب لمولد الدوال تساوى (100KΩ : 1MΩ)، وذلك للتخلص من الضوضاء الشديدة Noise التى تصاحب هذه الموجات .

٥ / ٢ – الدوائر العملية لمولدات الدوال

الدائرة رقم (٢٦)

الشكل (٥ – ٢) يعرض دائرة مولد دوال فى مدى التردد الصوتى (AF) .



شكل (٥ - ٢)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W	R_1 , R_2, R_5
مقاومة كربونية 47KΩ/0.5W	R_3
مقاومة كربونية 100KΩ/0.5W	R_4 , R_6
مقاومة متغيرة 100KΩ/1W	P_1
مكثف سيراميكى سعته 4.7 nF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 100 nF	C_2 , C_3
مكبر عمليات مزدوج طراز TLC 272	IC_1 (A_1 , A_2)

نظرية عمل الدائرة:

تقوم الدائرة بتوليد موجة مثلثة وأخرى مستطيلة فى خلال نطاق التردد الصوتى، والدائرة المتكاملة IC_1 عبارة عن مكبر عمليات مزدوج من عائلة CMOS، حيث إنها تتميز باستهلاك تيار صغير وتعمل من خلال مدى واسع من الترددات.

مكبر العمليات A_2 يعمل كقادح شميت ويمثل خرجه موجة مستطيلة ويقوم A_1 والموصل على شكل مكامل بتحويل خرج A_2 إلى موجة مثلثة.

ويتوقف تردد المولد على العلاقة R/C.

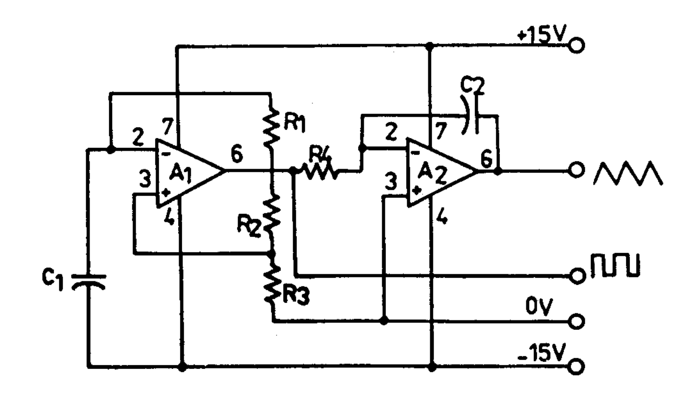
ويمكن حساب تردد المولد من العلاقة

$$F = R_4 / 4 \, [(R_5 + P_1)\,(R_3 C_1)]$$

وعليه يمكن التحكم فى تردد المولد بواسطة P_1.

الدائرة رقم (٢٧)

الشكل (٥ – ٣) يعرض دائرة مولد دوال يعطى موجة مربعة وأخرى مثلثة.



شكل (٥ – ٣)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 100KΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 22KΩ/0.5W	R_2
مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W	R_3 , R_4
مكثف كيميائى سعته 0.2 μF - 25V	C_1
مكثف كيميائى سعته 1 μF - 25V	C_2
مكبر عمليات طراز 741	IC_1 (A_1 , A_2)

نظرية عمل الدائرة:

- مكبر العمليات A_1 موصل فى الدائرة كمذبذب عديم الاستقرار وخرجه يتغير بشكل ثابت من المستوى العالى إلى المستوى المنخفض، كما أن له ممرين للتغذية الخلفية الأول إلى الطرف غير العاكس (3) عن طريق R_2 , R_3 واللتان تحددان الجهد المرجعى عند ذلك المدخل، أما الممر الثانى إلى الطرف (2) عن طريق R_1 , C_1، حيث يقومان بتحديد تردد المذبذب.
- مكبر العمليات A_2 موصل فى الدائرة كمكامل، حيث يقوم بتحويل الموجة المربعة من خرج A_1 إلى موجة مثلثة ترددها يساوي تردد الموجة المربعة.

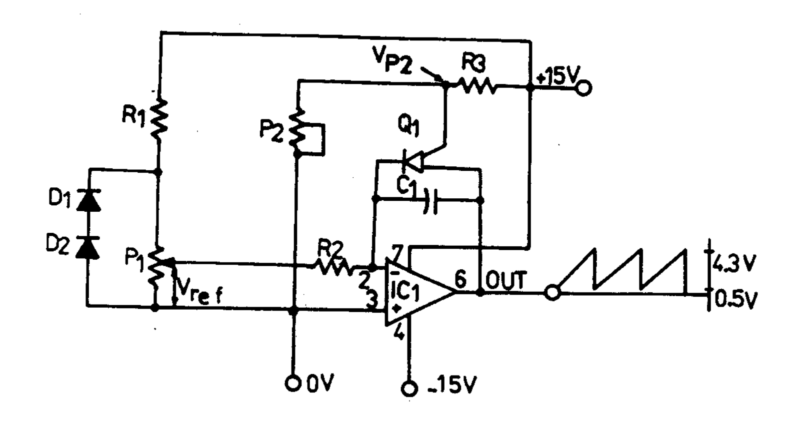
ولعدم تشوه الموجة المثلثة يفضل أن يكون الثابت الزمنى R_4C_2 مساوياً لضعف الثابت الزمنى C_1R_1.

ويمكن حساب تردد المولد من العلاقة:

$F = 1 / 2R_1C_1$ HZ

الدائرة (٢٨)

الشكل (٥ – ٤) يعرض دائرة مولد موجة سن المنشار.



شكل (٥ – ٤)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10KΩ / 0.5W	R_1
مقاومة كربونية 100KΩ / 0.5W	R_2, R_3
مقاومة متغيرة 10KΩ / 1W	P_1
مقاومة متغيرة 50KΩ / 1W	P_2
مكثف كيميائى سعته 0.1µF - 15V	C_1
موحد سليكونى طراز 1N914	D_1, D_2
ترانزستور PUT طراز 2N6027	Q_1
مكبر عمليات Op - Amp طراز 741	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

يوصل مكبر العمليات بالدائرة كمكامل، وبالتالى فإن جهد الدخل الموصل على الطرف العاكس (2) يؤدى إلى شحن المكثف C_1 خطياً إلى جهد التشبع $+V_{sat}$، وفى نفس الوقت يظهر فى خرج المكامل جهد خطى يزداد فى الاتجاه الموجب والذى يؤدى عند نقطة معينة إلى توصيل الترانزستور Q_1 ليصبح (ON)، الأمر الذى يؤدى إلى تفريغ المكثف C_1 من خلاله إلى أرضى الدائرة لتكتمل نبضة الخرج الأول للمكامل ثم تعاد دورة شحن وتفريغ المكثف C_1 لنحصل على موجة سن المنشار فى خرج المكامل.

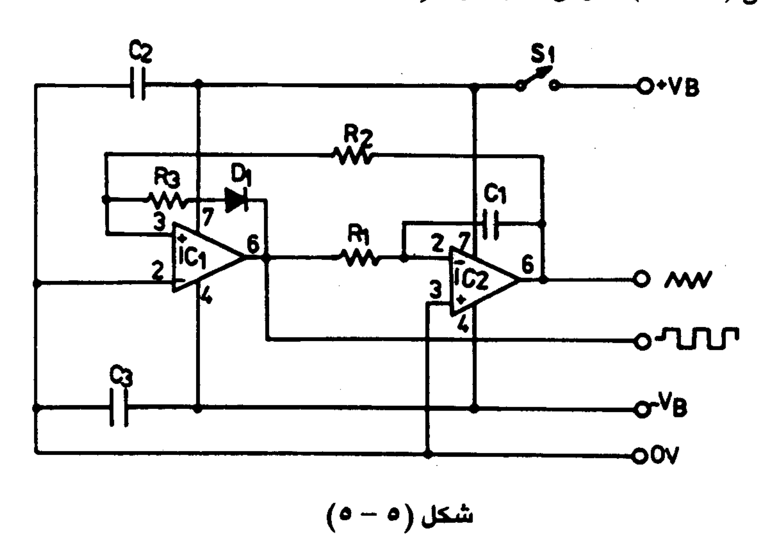
الموحدان D_1 , D_2 يؤديان إلى استقرار الجهد عبر المقاومة المتغيرة P_1 (جهد الدخل)، كما تقوم P_2 بتحديد جهد القدح للترانزستور Q_1 والذى عنده تبدأ دورة عمل جديدة للمولد.

ويمكن حساب تردد المولد من العلاقة التالية:

$$F = \frac{V_{erf}}{R_2 C_1} \times \frac{1}{V_{p2} - 0.5V} \text{ HZ}$$

الدائرة رقم (٢٩)

الشكل (٥ – ٥) يعرض دائرة مولد إشارة مستطيلة وأخرى مثلثة .



شكل (٥ – ٥)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 120KΩ / 0.5W	R_1
مقاومة كربونية 100KΩ / 0.5W	R_2
مقاومة كربونية 270KΩ / 0.5W	R_3
مكثف سيراميكى سعته 120 nF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 100 nF	C_2 , C_3
موحد سليكونى طراز 1N4148	D_1
مكبر عمليات Op - Amp طراز 741	IC_1 , IC_2
جهد التغذية	V_B
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة:

بغلق المفتاح S_1 واكتمال دائرة المولد بوصول جهد التغذية $+V_B$ إليها يبدأ المولد

فى العمل، فإذا فرضنا أن خرج IC_1 كان سالباً فإن D_1 سيوصل هذا الجهد إلى الطرف غير العاكس (3) ليصبح جهده سالبًا أيضاً، ولما كان الطرف العاكس (2) موصل بأرضى الدائرة فإن خرج IC_1 سيبقى سالباً، هذا الخرج سيمر من طريق R_1 إلى الطرف العاكس (2) لمكبر العمليات IC_2، ونظراً لوجود C_1 فإن خرج IC_2 لن يتغير فجأة، ولكنه سيتغير خطياً هذه الزيادة وعن طريق R_2 سيتحول جهد الطرف غير العاكس (3) لمكبر العمليات الأول IC_1 إلى الجهد الموجب مما يؤدى إلى تحويل خرج IC_1 إلى الموجب وبسرعة ويبقى على هذا الوضع، حيث يبدأ C_1 فى الشحن وبانتهاء شحن C_1 يبدأ فى التفريغ، مما يؤدى إلى انخفاض خرج IC_2 خطياً، ويصبح D_1 فى الانحياز العكسى وعندما يصل جهد الطرف غير العاكس (3) للمكبر IC_1 إلى 0V فإن الخرج يتحول مرة أخرى إلى السالب لتتكرر العملية مرة أخرى.

وعلى ذلك نحصل من المولد على موجة مربعة متماثلة حول محور الصفر وأخرى مثلثة موجبة، حيث يكون جهد القمة للموجة المثلثة يساوى:

$$V_{pp} = - V_B - 2 \cdot \frac{R_2}{R_3} \; V$$

أما التردد فيساوى:

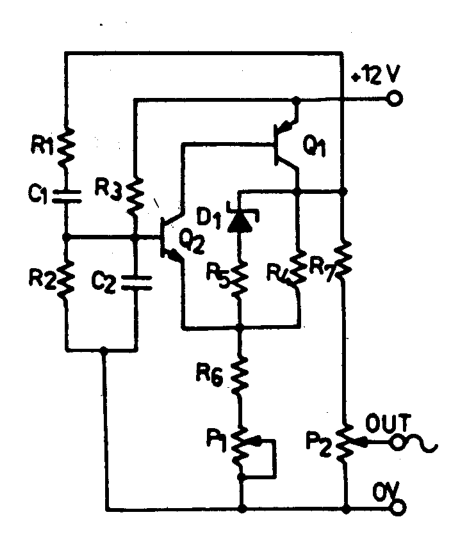
$$F = \frac{1}{2R_1C_1} \cdot \frac{R_3}{R_2} \quad HZ$$

حيث إن:

R_2, R_3 بالأوم وسعة المكثف C_1 بالفاراد.

الدائرة رقم (٣٠)

الشكل (٥ – ٦) يعرض دائرة مولد موجة جيبية ذات تردد منخفض.



شكل (٥ – ٦)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 220KΩ	R1
مقاومة كربونية 270KΩ	R2
مقاومة كربونية 1MΩ	R3
مقاومة كربونية 1.5 KΩ	R4
مقاومة كربونية 2.2 KΩ	R5
مقاومة كربونية 330 Ω	R6

مقاومة كربونية 10KΩ	R_7
* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W.	
مقاومة متغيرة 1KΩ / 1W	P_1
مقاومة متغيرة 10KΩ / 1W	P_2
مكثف سيراميكى سعته 100 nF	C_1, C_2
موحد زينر 5V6 - 400 mw	D_1
ترانزستور PNP طراز BC 557C	Q_1
ترانزستور NPN طراز BC 549C	Q_2

نظرية عمل الدائرة:

بتوصيل جهد التغذية إلى الدائرة تبدأ الدائرة فى التذبذب، حيث تحدد العناصر C_1, C_2, R_1, R_2 والموصلة على شكل قنطرة تردد المذبذب.

ويحسب تردد المذبذب من العلاقة:

$$F = 1 / 2\pi R_1R_2C_1C_2 . \quad HZ$$

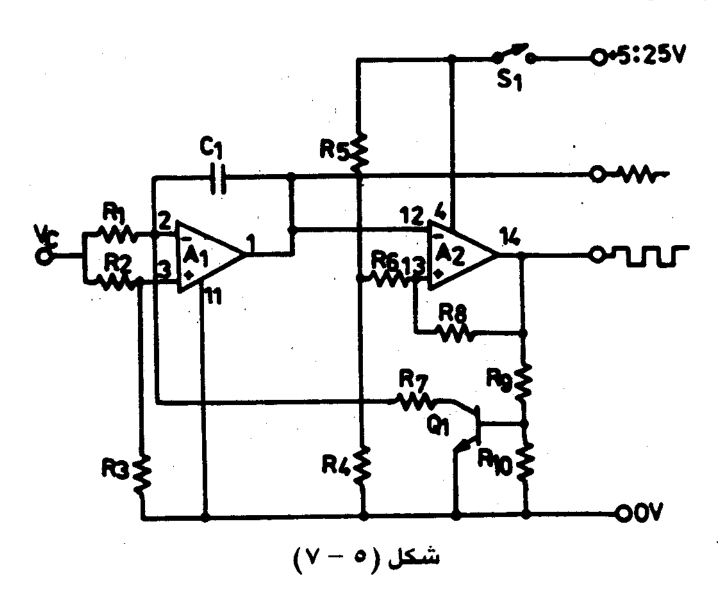
كما أن ثنائى الزينر يقوم بتنظيم جهد خرج المذبذب، فعندما يبدأ جهد خرج المذبذب فى الزيادة يبدأ موحد الزينر بالتوصيل، مما يؤدى إلى خفض كسب مرحلة التكبير، الأمر الذى يؤدى إلى تخميد الذبذبات.

وللمحافظة على إشارة الخرج من التشويه الذى يمكن أن يحدثه موحد الزينر بها، فإنه تم توصيل المقاومة R_5 على التوالى مع الزينر، ومعهما على التوازى المقاومة R_4، فعندما يقترب جهد إشارة الخرج من جهد موحد الزينر، فإن ممانعة الدائرة المكونة من R_4, R_5, D_1 تقل، وبالتالى يتم توليد موجة جيبية خالية من التشوه.

وباستخدام المقاومة المتغيرة P_1 يمكن تجنب قص موجة الخرج، كما يمكن ضبط P_2 للتحكم فى جهد الخرج والذى يقع فى المدى من 0V إلى 4V.

الدائرة رقم (٣١)

الشكل (٥ – ٧) يعرض دائرة مذبذب متحكم به بالجهد VCO يعمل كمولد للموجة المربعة وأخرى مثلثة.



شكل (٥ – ٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 100KΩ / 0.5W — R_1, R_6, R_8

مقاومة كربونية 47KΩ / 0.5W — R_2, R_3, R_7

مقاومة كربونية 10KΩ / 0.5W — R_4, R_5, R_9, R_{10}

مكثف سيراميكى سعته 47 nF — C_1

ترانزستور NPN طراز BC547 — Q_1

مكبر عمليات طراز LM324 — IC_1 (A_1, A_2)

مفتاح قطب واحد سكة واحدة — S_1

نظرية عمل الدائرة:

يعمل المكبر A_1 كمكامل، وحيث إن المكثف C_1 يعتبر من مكونات دائرة المكامل

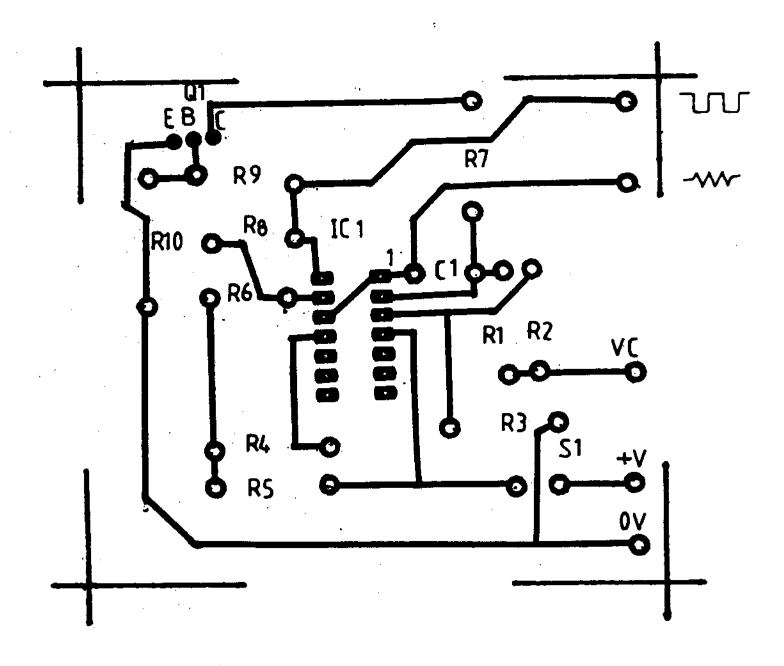
فبجعل المفتاح S_1 فى وضع ON يشحن المكثف C_1 بتيار ثابت يتوقف على مستوى إشارة جهد التحكم المستخدمة Vc ، وعلى ذلك فإن خرج المكامل ينخفض خطياً، هذا الانخفاض يؤدى إلى زيادة خرج المقارن المكون من المكبر A_2 والعناصر الملحقة به.

التغير فى خرج المقارن A_2 يؤدى إلى تحويل الترانزستور Q_1 إلى حالة التوصيل ON، وفى هذه الأثناء يقوم C_1 بتفريغ شحنته، مما يؤدى إلى زيادة خرج A_1 زيادة خطية هذه الزيادة فى خرج A_1 يؤدى إلى انخفاض خرج A_2، فيتوقف عمل الترانزستور Q_1، ويتحول إلى OFF ليبدأ C_1 فى الشحن مرة أخرى.. وهكذا.

وبذلك نحصل على موجة مثلثة من خرج A_1، وأخرى مربعة من خرج A_2، كما أنه يمكن التحكم فى تردد إشارة الخرج بواسطة جهد التحكم Vc خلال مدى يتراوح ما بين 0V إلى ما يقرب من جهد التغذية والذى يتراوح ما بين (25 : 5)V.

دورة عمل إشارة الخرج 50% عندما تكون $R_2 = R_3$، وكذلك $R_1 = 2R_7$، كما أن العلاقة ما بين R_4 , R_5 تحدد مستوى الجهد المستمر للإشارة المثلثة.

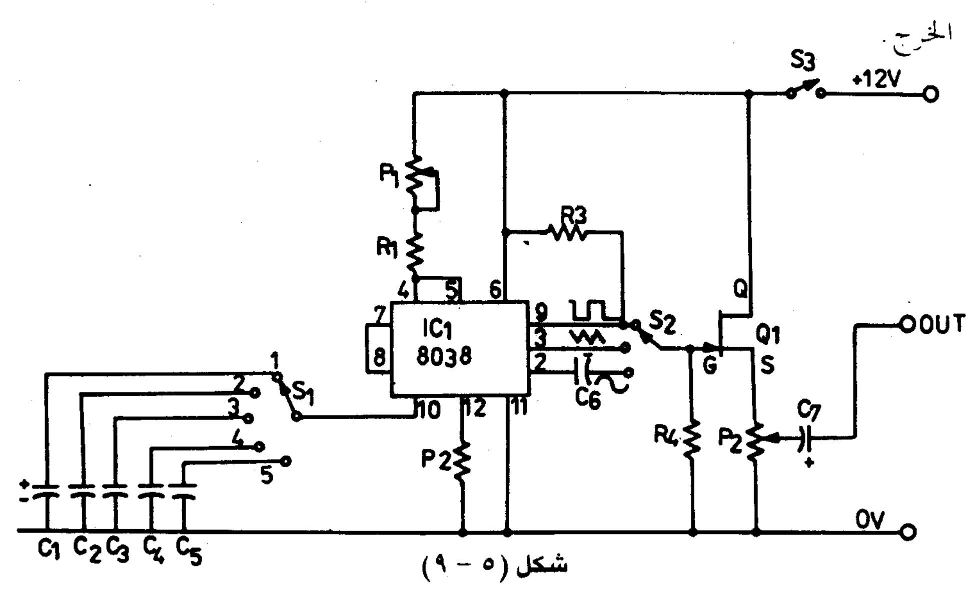
والشكل (٥ – ٨) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التى نحن بصددها على لوحة نحاسية وجه واحد.



شكل (٥ – ٨)

الدائرة رقم (٣٢)

الشكل (٥ – ٩) يعرض دائرة مولد دوال باستخدام الدائرة المتكاملة (8038) ونحصل منها على موجة مربعة، مثلثة، جيبية، كما يمكن التحكم فى تردد الخرج.



شكل (٥ – ٩)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1KΩ / 0.5W	R1
مقاومة كربونية 100KΩ / 0.5W	R2, R3
مقاومة كربونية 1MΩ / 0.5W	R4
مقاومة متغيرة 10KΩ / 1W	P1
مقاومة متغيرة 1KΩ / 1W	P2
مكثف كيميائى سعته 100µF - 40V	C1
مكثف كيميائى سعته 10µF - 40V	C2
مكثف كيميائى سعته 1µF - 40V	C3, C6 , C7
مكثف كيميائى سعته 0.1µF - 40V	C4

مكثف كيميائى سعته 0.01μF - 40V	C_5
ترانزستور (FET) طراز 2N5457	Q_1
دائرة متكاملة (مولد دوال VCO) طراز 8083	IC_1
مفتاح اختيار دوار قطب واحد خمس سكك	S_1
مفتاح اختيار دوار قطب واحد ثلاث سكك	S_2
مفتاح قطب واحد سكة واحدة.	S_3

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة المتكاملة 8083 تعتبر مذبذب متحكم بجهده .Voltage Control OSC (VCO)، له ثلاثة مخارج فى نفس الوقت، حيث يعطى ثلاثة أشكال للموجات وهى:

١ - موجة مربعة على طرف الخرج (9).

٢ - موجة مثلثة على طرف الخرج (3).

٣ - موجة جيبية على طرف الخرج (2).

ومجال تردد مولد الدوال هذا يتراوح ما بين أقل من 0.001HZ إلى أكثر من 1MHZ، ومن هنا يتبين مدى دقة تردد مولد الدوال 8083، كما أن تردد المذبذب يأتى من العلاقة:

$$F = \frac{0.15}{RC} = 0.15 / (P_1 + R_1)\, C_1 : C_5 \qquad HZ$$

ومن العلاقة يمكن التحكم فى تردد خرج مولد الدوال عن طريق التحكم فى كل من سعة المكثف $C_1 : C_5$، وذلك باستخدام المفتاح S_1، كما يتم ضبط التردد بدقة بواسطة ضبط المقاومة المتغيرة P_1.

وعلى أساس قيم العناصر المستخدمة فى تلك الدائرة فإن مجال تردد خرج المولد يتراوح ما بين 0.14HZ إلى حوالى 15KHZ.

وبواسطة المفتاح S2 يمكن اختيار شكل الخرج المطلوب.

الترانزستور Q1 يعمل كمرحلة عزل ما بين خرج مولد الدوال والحمل، وذلك لتقليل الفقد فى الخرج، أما المقاومة المتغيرة P2 فبواسطتها يتم التحكم فى جهد الخرج، وكذلك يمكن زيادة تردد المولد بتقليل قيمة المكثفين C1 : C5 والمقاومة R1 والمتغيرة P1. أما المكثف C7 فيعمل كمكثف ربط ولإزالة الجهود المستمرة عن الدائرة المراد تغذيتها بخرج المولد، والمكثف C6 لزيادة نقاء الموجة الجيبية، وكذلك لمنع تشوهها.

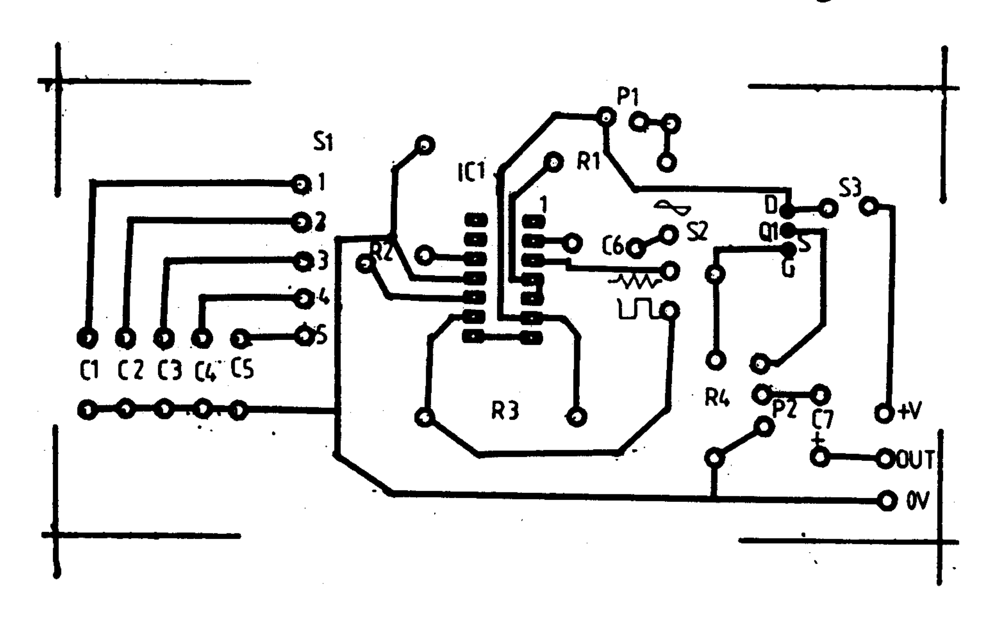
أما عن جهود الموجات التى نحصل عليها من الدائرة وتحت القيم المستخدمة فهى:

١ - الموجة المثلثة $V_{PP} = 4V$.

٢ - الموجة المربعة $V_{PP} = 2V$.

٣ - الموجة الجيبية $V_{PP} = 1V$.

والشكل (٥ - ١٠) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التى نحن بصددها على لوحة نحاسية وجه واحد.



شكل (٥ - ١٠)

الباب السادس

تطبيقات على المذبذبات الأحادية الاستقرار

تطبيقات على المذبذبات الأحادية الاستقرار

٦ / ١ - مقدمة

يمكن القول بإنه لاتوجد عملية صناعية لاتحتوى على بعض المراحل التى تجرى خلال أزمنة محددة ومن هنا جاءت الحاجة الماسة للمؤقتات الزمنية.

والجدير بالذكر أنه يوجد عدة أنواع من المؤقتات الزمنية حسب خواص تشغيلها وأهمها مايلى:

١- المؤقت الزمنى الذى يوخر عند التوصيل Delay on timer فعند وصل التيار الكهربى لهذا المؤقت ينعكس وضع ريش تلامس المؤقت بعد تأخير زمنى مقداره t وهو الزمن المعاير عليه المؤقت فتصبح الريش المغلقة طبيعياً NC مفتوحة والريش المفتوحة طبيعياً NO مغلقة.

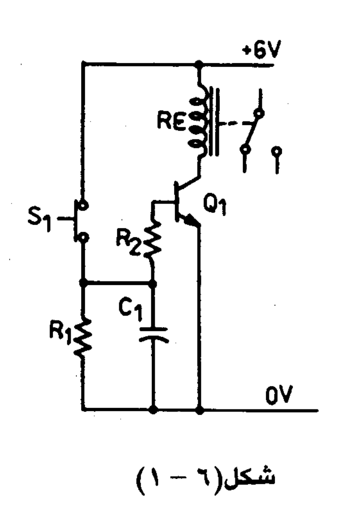
٢- المؤقت الزمنى النبضى Pulse timer وهو يعكس حالة ريشه عند وصول التيار الكهربى له وتعود ريشه لوضعها الطبيعى بعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت.

والجدير بالذكر أن المؤقتات الزمنية هى أهم التطبيقات التى تستخدم فيها المذبذبات الأحادية الاستقرار.

٦ / ٢ - دوائر عملية للمؤقتات الزمنية

الدائرة رقم (٣٣)

الشكل (٦ - ١) يعرض دائرة مؤقت بسيط يعمل لمدة مقدارها 8 Sec من لحظة الضغط على الضاغط S_1.



شكل(٦ – ١)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 47KΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 33KΩ/0.5W	R_2
مكثف كيميائى سعته 100µF-16V	C_1
ترانزستور NPN طراز 2N2926	Q_1
ريلاى مقاومته 200Ω	RE
ضاغط بريشة مفتوحة(N.O)	S_1

نظرية عمل الدائرة:

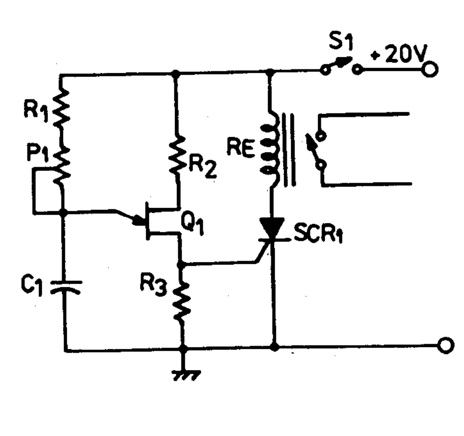
بالضغط على الضاغط S_1 فإن المكثف C_1 يشحن فى زمن قصير وعندما يصل الجهد إلى قاعدة الترانزستور Q_1 إلى 0.7V فإنه يتحول إلى ON ويمر تيار المجمع الذى يؤدى بدوره إلى عمل الريلاى RE.

برفع الضغط من على S_1 فإن المكثف C_1 سوف يفرغ شحنته خلال المقاومة R_2 الموصلة على قاعدة Q_1 وعند انخفاض الجهد على قاعدة Q_1 إلى 0.5V سيتحول Q_1 إلى OFF وبالتالى سيتوقف تيار المجمع وسيتوقف الريلاى عن العمل.

وطبقاً لقيم العناصر المستخدمة فى الدائرة فإن الريلاى يبقى يعمل لمدة 8Sec ويمكن زيادة تلك المدة بتقليل سعة المكثف C_1.

الدائرة رقم (٣٤)

الشكل (٦ - ٢) يعرض دائرة مؤقت زمنى يعمل لمدة 1.5min باستخدام ترانزستور (UJT) .



شكل(٦ - ٢)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10KΩ /0.5W	R_1
مقاومة كربونية 1KΩ /0.5W	R_2
مقاومة كربونية 27 Ω /0.5W	R_3
مقاومة متغيرة 10MΩ /1W	P_1
مكثف كيميائى سعته 10µF /25V	C_1
ثايرستور طراز C106	SCR_1
ترانزستور UJT طراز 2N4853	Q_1
ريلاى 200mA- 20V	RE
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة :

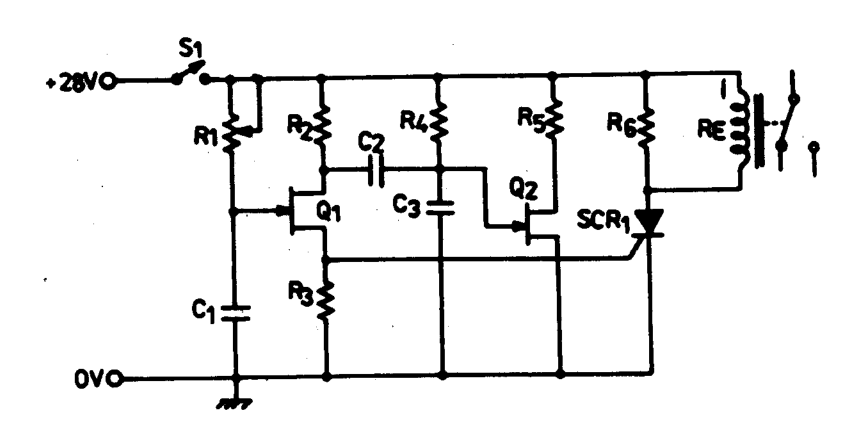
عند وضع المفتاح S_1 فى وضع الإغلاق ON يبدأ المكثف C_1 بالشحن عن طريق P_1, R_1 حيث إنه يمكن التحكم فى زمن الشحن للمكثف بواسطة P_1 وبعد تمام شحن المكثف C_1 فإن الشحنة المكونة عليه تعطى الجهد الكافى لتشغيل الترانزستور Q_1.

الذى يتحول إلى حالة التوصيل ON مما يوفر طريقًا لتفريغ المكثف إلى أرضى الدائرة عن طريق المقاومة R_3. ونتيجة لمرور تيار تفريغ المكثف عن طريق R_3 يحصل الثايرستور SCR_1 على الجهد اللازم لقدحه ليصبح فى حالة توصيل الأمر الذى يؤدى إلى مرور تيار المصدر خلال ملف الريلاى ؤظليتغير وضع ريشته ويغلق مسار الدائرة المرتبطة به.

ولإيقاف عمل الدائرة يجب وضع المفتاح S_1 فى وضع يعء.

الدائرة رقم (٣٥)

الشكل (٦ - ٣) يعرض دائرة مؤقت زمنى له زمن تأخير خلال المدى (0.3mSec:3min).



شكل(٦ - ٣)

عناصر الدائرة:

مقاومة متغيرة 100MΩ/2W	R_1
مقاومة كربونية 150Ω/0.5W	R_2
مقاومة كربونية 27Ω/0.5W	R_3
مقاومة كربونية 390 Ω/0.5W	R_4
مقاومة كربونية 150Ω/0.5W	R_5
مقاومة كربونية 1KΩ/0.5W	R_6
مكثف سيراميكى سعته من 1μF إلى 2μF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 0.001μF	C_2
مكثف سيراميكى سعته 0.05μF	C_3
ثايرستور طراز C40F	SCR_1
ترانزستور أحادى من النوع (n) طراز 2N994c	Q_1
ترانزستور أحادى من النوع (n) طراز 2N491	Q_2
الحمل الموصل على الدائرة	RE
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

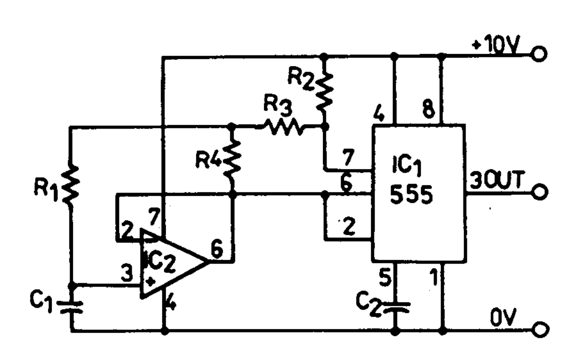
نظرية عمل الدائرة:

من الدائرة المبينة يمكن الحصول على زمن تأخير يتراوح مابين 0.3mSec إلى مايقرب من 3min. ويبدأ زمن التأخير للدائرة من بداية غلق المفتاح S_1 أى من بداية توصيل مصدر التغذية إلى الدائرة. وبانتهاء زمن التأخير والذى يتوقف على كل من C_1 و R_1 فإن خرج الترانزستور Q_1 يعطي جهد القدح اللازم لبوابة الثايرستور SCR_1 فيتحول إلى حالة التوصيل ON مما يؤدى إلى غلق دائرة الحمل فيمر التيار خلاله (RE) ويتوقف شدة تيار الحمل على طراز الثايرستور المستخدم ودرجة تحمله للتيار. ويتراوح تيار الحمل للدائرة مابين 1:25A.

ويمكن التحكم فى زمن تأخير الدائرة فى بداية التشغيل بواسطة R_1.

الدائرة رقم (٣٦)

الشكل (٦ – ٤) يعرض دائرة مؤقت زمنى له زمن تأخير يقدر بحوالى واحد ساعة (1H) .



شكل(٦ – ٤)

عناصر الدائرة :

العنصر	الرمز
مقاومة كربونية 36MΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 4.7 KΩ/0.5W	R_2
مقاومة كربونية 1MΩ/0.5W	R_3
مقاومة كربونية 14 KΩ/0.5W	R_4
مكثف كيميائى سعته 1µF-16V	C_1
مكثف كيميائى سعته0.01µF-16V	C_2
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1
مكبر عمليات(FET) طراز 3140	IC_2

نظرية عمل الدائرة:

باستخدام مكبر العمليات OP-AmP ‏(IC2) من النوع FET أمكن زيادة مدى توقيت المؤقت الزمنى IC2. كما أن مكبر العمليات يعمل فى الدائرة كعازل لدائرة التوقيت والمكونة من R_1 وC_1 عن طرفى القدح (2) وجهد العتبة (6) للمؤقت IC_1.

وعلى ذلك فإنه يتم قدح المؤقت الزمنى عن طريق خرج المكبر IC_2 كما أن طرف تفريغ المكثف (7) موصل مابين R_2 ومقاومتى النسبة R_3, R_4 الأمر الذى يجعل زمن تفريغ المكثف يتوقف على قيمة مقاومتى النسبة فباختيار قيمة كل من R_3, R_4 يمكن زيادة المدى الزمنى للمؤقت IC_1.

كما أن زمن تأخير المؤقت يمكن حسابه من العلاقة

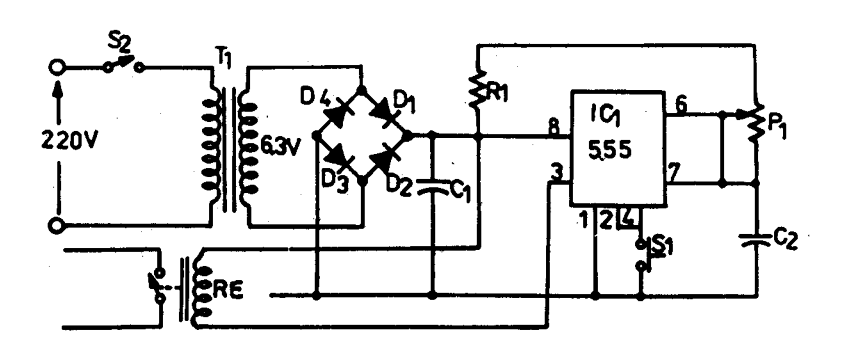
$$T = \frac{R_3+R_4}{R_4}\,(1.386 \times R_1 C_1)$$

$$= 100\, R_1\, C_1 \cong 1H$$

ومن العلاقه نلاحظ أن قيم العناصر المستخدمة فى الدائرة تمكن المؤقت من العمل بعد زمن تأخير واحد ساعة (1H).

الدائرة رقم (٣٧)

الشكل (٦ - ٥) يعرض دائرة مؤقت له زمن تأخير مابين (3 : 6 min).



شكل(٦ - ٥)

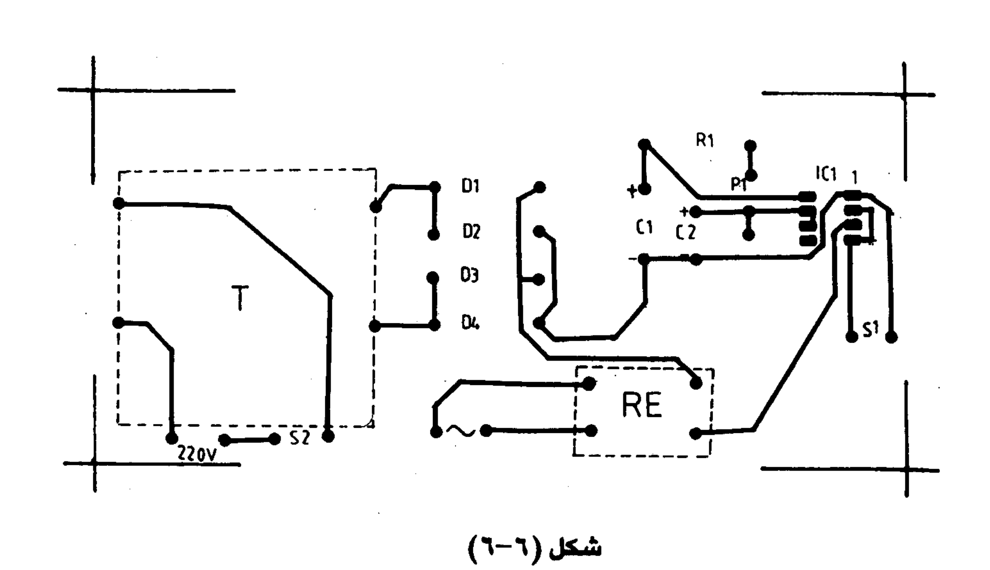
عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1M Ω/0.5W	R_1
مقاومة متغيرة 5M Ω/1W	P_1
مكثف كيميائى سعته300 µ F-12V	C_1
مكثف كيميائى سعته 100 µ F-15V	C_2
موحد سليكونى طراز 1N4003	D_1:D_4
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1
محول خافض له نسبه تحويل 220/6.3)V-250mA)	T_1
ضاغط بريشة مفتوحة N.O	S_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_2
ريلاى 12V-200mA	RE

نظرية عمل الدائرة:

بغلق المفتاح S_2 يحصل المؤقت الزمنى IC_1 على جهد التشغيل عن طريق قنطرة التوحيد (D_1:D_4) والمحول T_1. كما أن المؤقت يعمل فى الدائرة كمولد موجة مربعة وتعتبر عناصر التوقيت R_1,P_1,C_2 هى التى تتحكم فى زمن تأخير المؤقت فعن طريق P_1 يمكن الوصول بالمؤقت إلى زمن تأخير يتراوح مابين ثلاث دقائق 3min وساعة 60min وبالضغط على S_1 يحصل المؤقت IC_1 على نبضة القدح اللازمة لإعطاء خرج بعد الزمن المحدد لشحن المكثف C_2 عن طريق كل من R_1,P_1. وبعد ذلك الزمن يظهر خرج المؤقت على الطرف (3) ويكون فى المستوى المنخفض ليمر تيار قنطرة التوحيد خلال ملف الريلاى RE الأمر الذى يؤدى إلى جذب ريشته لتفتح دائرة التغذية للجهاز الموصل على مصدر التغذية.

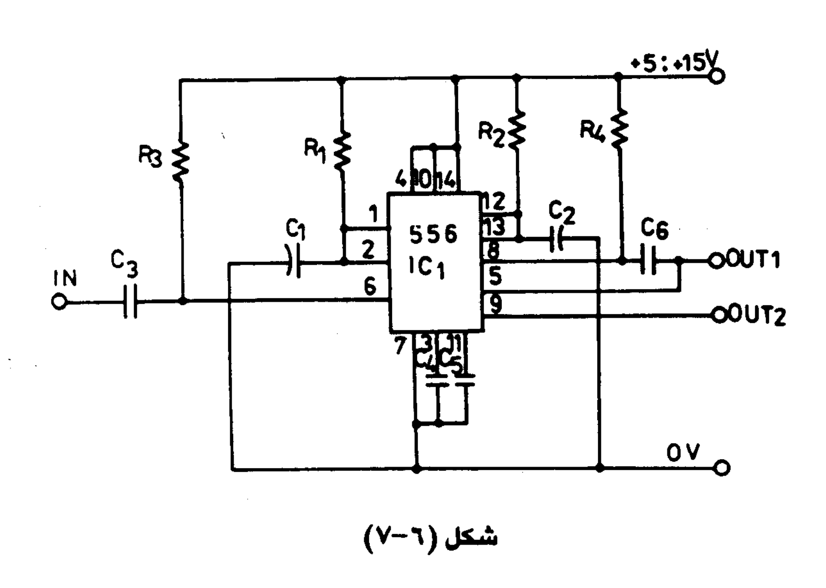
والشكل (٦ - ٦) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (٣٧) على لوحة نحاسية وجه واحد.



شكل (٦-٦)

الدائرة رقم (٣٨)

الشكل (٦ – ٧) يعرض دائرة مؤقت تتابعى.



شكل (٦-٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1MΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 130KΩ/0.5W	R_2
مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W	R_3,R_4
مكثف كيميائى سعته 1μF-25V	C_1
مكثف كيميائى سعته 50μF-25V	C_2
مكثف سيراميكى سعته 0.001μF	C_3,C_6
مكثف سيراميكى سعته 0.01μF	C_4,C_5
مؤقت زمنى مزدوج طراز 556	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

باستخدام المؤقت الزمنى المزدوج IC_1 يمكن الحصول على مؤقت تتابعى وذلك عن طريق توصيل خرج المؤقت الزمنى الأول (الطرف5) بطرف القدح للمؤقت الثانى (الطرف 8) وذلك عن طريق المكثف C_6(0.001μF) الذى يعمل كمكثف ربط . وعلى ذلك فإن خرج المؤقت الأول OUT1 يعطى زمن التأخير t_1 بينما يعطى خرج المؤقت الثانىOUT2 زمن التأخير الثانى t_2 .

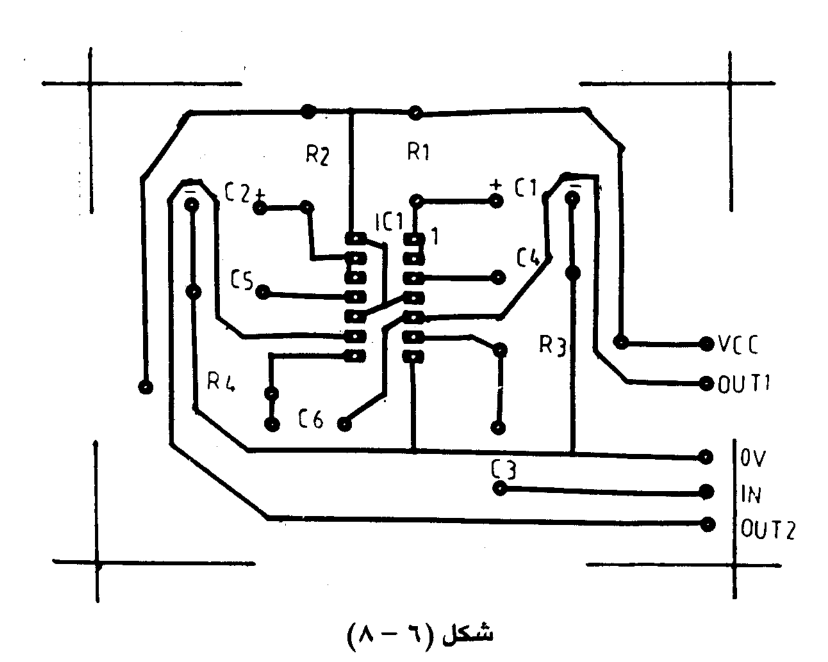
وتبدأ الدورة الأولى للمؤقت الأول بتوصيل طرف القدح 6 لحظياً بأرضى الدائرة ونحصل على الخرج الأول بزمن تأخير t_1 يمكن إيجاده من العلاقة:

$$t_1=1.1R_1C_1 \quad \text{Sec}$$

وبانتهاء الدورة الأولى تبدأ الدورة الثانية حيث يكون عرض النبضة الثانية t_2

$$t_2=1.1R_2\,C_2 \quad \text{Sec}$$

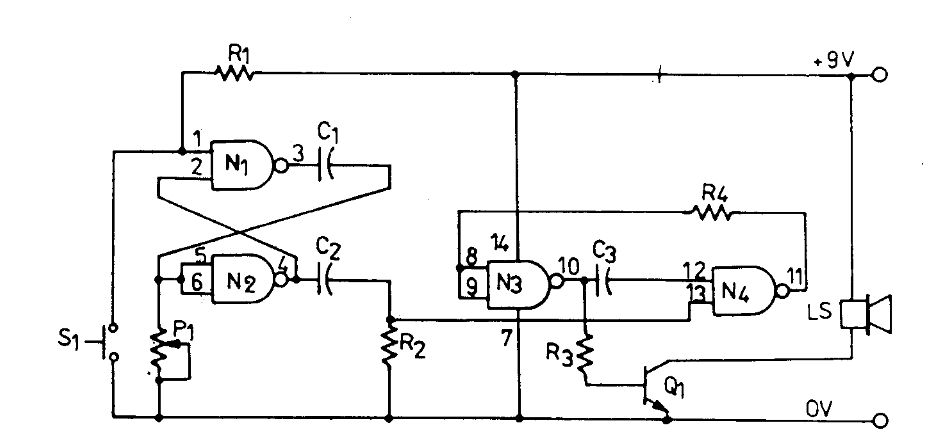
والشكل (٦ – ٨) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التى نحن بصددها على لوحة نحاسية وجه واحد .



شكل (٦ – ٨)

الدائرة رقم (٣٩)

الشكل (٦ – ٩) يعرض دائرة مؤقت له زمن تأخير (7min).



شكل (٦ – ٩)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10MΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 1MΩ/0.5W	R_2
مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W	R_3
مقاومة كربونية 30KΩ/0.5W	R_4
مقاومة متغيرة 2MΩ/1W	P_1
مكثف كيميائى سعته 220µF-25V	C_1
مكثف كيميائى سعته 1µF-25V	C_2
مكثف كيميائى سعته0.1µF-25V	C_3
ترانزستور NPN طراز BC 238	Q_1
دائرة متكاملة CMOS طراز 4011	IC_1 (N_1-N_4)
سماعة مقاومتها 8Ω	L.S
ضاغط بريشة مفتوحة N.O	S_1

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة تعطى زمن تأخير قيمته 7min أو أكثر من بداية الضغط على الضاغط S_1 والذى بالضغط عليه تكتمل دائرة المؤقت.

ولزيادة زمن المؤقت يمكن زيادة قيم كل من المقاومة P_1 أو المكثف C_1.

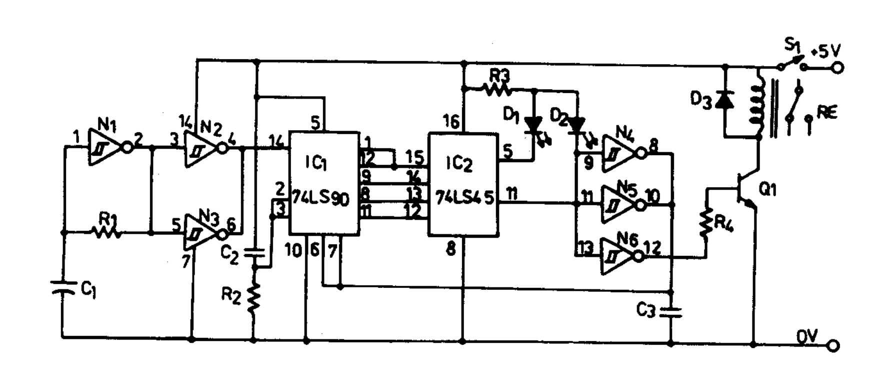
وفى نهاية زمن تأخير المؤقت يتحول الترانزستور Q_1 إلى حالة التوصيل ON مما يؤدى إلى مرور تيار مصدر التغذية خلال السماعة L.S ليصدر صوت الإنذار أما الزمن الذى يصدر خلاله الصوت من السماعة فيتوقف على كل من R_2 و C_2 وعلى ذلك فبالتحكم فى قيم كل من R_2,C_2 يمكن التحكم فى زمن صدور الصوت.

كما أن شدة الصوت الصادر من السماعة تتوقف على كل من C_3,R_4 فبزيادة قيمة كل منهما تقل شدة الصوت والعكس بالعكس.

والجدير بالذكر أن المؤقت يعمل مع كل ضغطه على الضاغط S_1 بمعنى أن الصوت يصدر من السماعة بعد 7min من الضغط على S_1.

الدائرة رقم (٤٠)

الشكل (٦ – ١٠) يعرض دائرة مفتاح بزمن تأخير 20 Sec .



شكل (٦–١٠)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1MΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 1KΩ/0.5W	R_2, R_4
مقاومة كربونية 330Ω/0.5W	R_3
مكثف كيميائى سعته 2.2µF-10V	C_1
مكثف سيراميكى سعته 22nF	C_2
مكثف سيراميكى سعته 10nF	C_3
موحد باعث للضوء (أحمر– أخضر) 10mA	D_1, D_2
موحد سليكونى طراز 1N4148	D_3
ترانزستور NPN طراز BD139	Q_1
دائرة متكاملة TTL عداد عشرى طراز 74LS90	IC_1
دائرة متكاملة TTL كاشف طراز 74LS45	IC_2

دائرة متكاملة CMOS قادح شميت طراز40106	IC_3
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
ريلاى 5V-250mA	RE

نظرية عمل الدائرة :

تشكل البوابة N_1 مذبذب لامستقر متعدد الاهتزازات حيث يقوم بتوليد إشارة ترددها 2HZ تمر إشـارة المذبذب عن طريق N_3 و N_2 إلى الطرف (14) دخل العـداد العشرى IC_1 حيث يبدأ فى العمل بعد حصوله على نبضة التشغيل على الطرفين 3و2 عن طريق C_2 وR_2 .

خـرج العـداد العـشـرى IC_1 يمر إلى دائرة الكاشف والممثلة بالدائرة المتكاملة IC_2 ودائرة الكاشف هذه لها عشرة مخارج يستخدم منها فى هذه الدائرة المخرجان 11و5 فـقط. حـيث يوصل الموحـد البـاعث للضـوء D_1 (أخـضـر) بالطرف 5 والآخـر D_2 بالطرف رقم (11).

يضـيىء الموحـد البـاعث للضـوء D_1 بعـد عـشر ثوانٍ من بداية عـمل الدائرة حـيث يكون جهد الطرف 5 للكاشف IC_2 فى المستوى المنخفض (L) فيمر تيار عبر المقاومة R_3 (مقاومة حـماية) من مـصـدر التغذية خـلال D_1 ليعطى إضاءة دلالة على مـرور (10Sec) عشر ثوانٍ من زمن التأخير للمفتاح.

وبعـد عـشر ثوانٍ أخـرى أى بعـد 20 ثانيـة من بداية التـشـغيل يصـبح الطرف 11 الدائرة IC_2 فى المسـتوى المنخـفض (L) فـيـمـر تيـار خـلال R_3 إلى D_2 ليـعطى إضـاءة حمراء اللون دلالة على انتهاء فترة زمن التأخير المتاح.

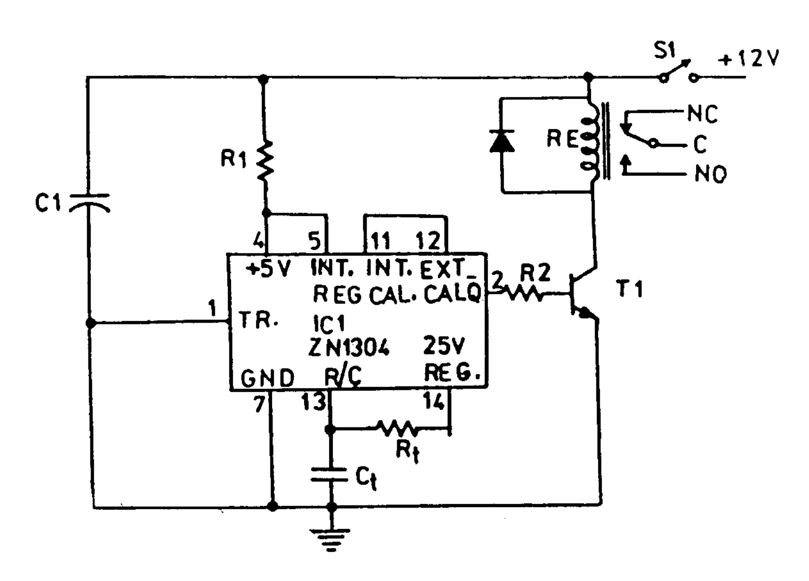
فى هذه الأثناء يحصل الترانزستور Q_1 الذى يعمل فى الدائرة كمفتاح على جهد الانحياز اللازم لقاعدته فيتحول إلى ON ويمر تيار خلال الريلاى الذى يجذب الريشة الخاصة به لتغلق دائرة مسار التيار الخاصة بالمفتاح بعد 20 ثانية من بداية التشغيل.

ويمكن استخدام هذه الدائرة فى الورش والمختبرات عند إجراء بعض القياسات على بعض الدوائر التى تعـمل عند جـهـود مـرتفـعـة لتـفـادى الصـدمـات الكـهـربيـة كـمـا أنه يمكن زيادة زمن تأخير المفتاح بزيادة قيمة R_1.

والجــدير بالذكـــر أن D3 يعــمل على حــمــاية الريلاى RE من عكس أقطاب البطارية .

الدائرة رقم (٤١)

الشكل (٦ – ١١) يعرض دائرة مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل وله زمن تأخير واحد .



شكل (٦ – ١١)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 680Ω	R_1
مقاومة كربونية (انظر الجدول)	R_t
مكثف كيميائى سعته 1µF - 16V	C_1
مكثف سعته (انظر الجدول)	C_t
موحد سليكونى طراز 1N4001	D_1

ترانزستور NPN طراز 2N3053	T_1
دائرة متكاملة (مؤقت دقيق) طراز ZN 1034	IC_1
ريلاى 12V مقاومته لا تقل عن 110Ω	RE
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة :

عند غلق المفتاح S_1 يقوم المؤقت الزمنى IC_1 بتغيير حالة المخرج Q من المستوى المنخفض (L) إلى المستوى العالى (H) بعد مرور فترة زمنية مقدارها t حيث تعتمد t على قيمة كل من C_t و R_t والجدول التالى يبين قيمة الزمن t المناظرة لقيم مختلفة لكل من R_t و C_t .

Rt	39 KΩ	22 KΩ	100 KΩ	1.2 MΩ	3.3 MΩ	2.2 MΩ
Ct (µF)	0.01	1	1	1	10	100
t	1S	1 min	5 min	1 hr	1 day	1 week

حيث إن :

S ثانية .　　min دقيقة　　hr ساعة .

day يوم .　　week أسبوع .

كما أنه يمكن الحصول على زمن تأخير الدائرة المتكاملة IC_1 (ZN 1034) مباشرة من العلاقة التالية :

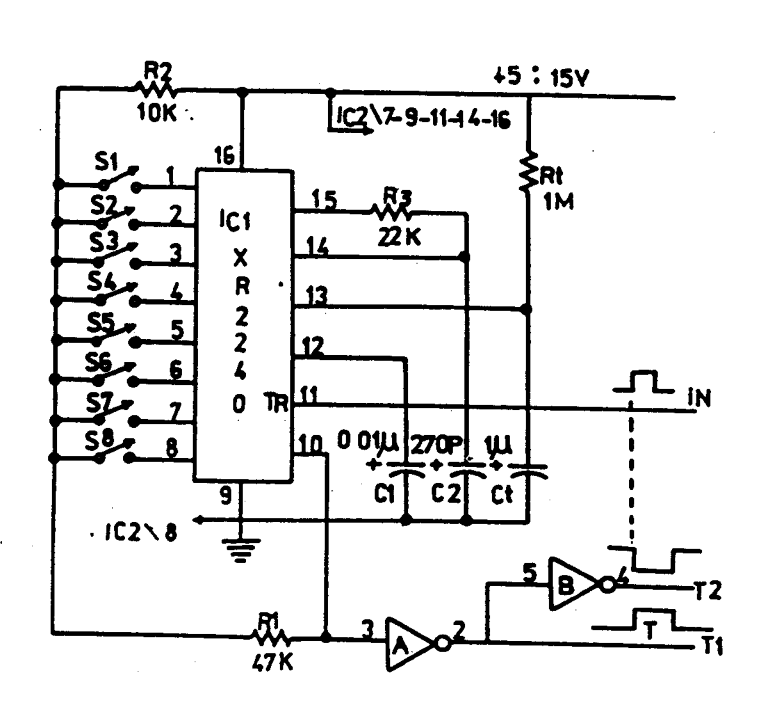
$$t = 2735\, C_t\, R_t \qquad \text{Sec}$$

وبعد مرور الزمن t يتحول الترانزستور T_1 لحالة التشبع (ON) فيعمل الريلاى RE على عكس وضع ريشته لغلق مسار التيار الموصل عليه . وبمجرد فتح المفتاح S_1 تعود حالة المخرج $\underline{Q}$ للمؤقت الدقيق IC_1 للمستوى المنخفض (L) ليتحول الترانزستور إلى حالة الفصل (OFF) فلا يمر تيار خلال ملف الريلاى RE فتفتح ريشته مرة أخرى بعودتها إلى وضعها الطبيعى N.O .

والجدير بالذكر أن زمن تأخير الدائرة المتكاملة ZN 1034 يتراوح ما بين 50 nSec إلى ما يقرب من 1 week .

الدائرة رقم (٤٢)

الشكل (٦ – ١٢) يعرض دائرة مؤقت زمني نبضي يمكن برمجته بواسطة المفاتيح $S_8 : S_1$.



شكل (٦ – ١٢)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 47 KΩ	R_1
مقاومة كربونية 10 KΩ	R_2
مقاومة كربونية 22 KΩ	R_3
مقاومة كربونية 1 MΩ	R_t

مكثف كيميائى سعته $0.01\ \mu F$ - 16V	C_1
مكثف كيميائى سعته 270 PF - 16V	C_2
مكثف كيميائى سعته $1\mu F$ - 16V	C_t
دائرة متكاملة لمؤقت مبرمج طراز XR 2240	IC_1
دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 4049	IC_2
ثمانية مفاتيح قطب واحد سكة واحدة	$S_1 : S_8$

نظرية عمل الدائرة:

يعتمد زمن النبضة العالية التى تخرج من T_1 والذى يساوى زمن النبضة المنخفضة التى تخرج من T_2 على أوضاع المفاتيح من $S_8 : S_1$.

فمثلا عند غلق المفاتيح S_8 و S_2 و S_1 ووصول نبضة عالية لمدخل الدائرة المتكاملة IC_1 (الرجل 11) فإن زمن النبضات الخارجة من T_2 و T_1 يساوى:

$$T = N\ T_B$$

حيث إن:

N مجموع رتب المفاتيح المغلقة.

T_B زمن أساس المؤقت الزمنى XR 2240 والذى يساوى $T_B = R_t\ C_t$

علمًا بأن رتبة المفتاح رقم (n) يساوى 2^{n-1}. أى أن:

$$N = 2^0 + 2^1 + 2^5 = 35$$

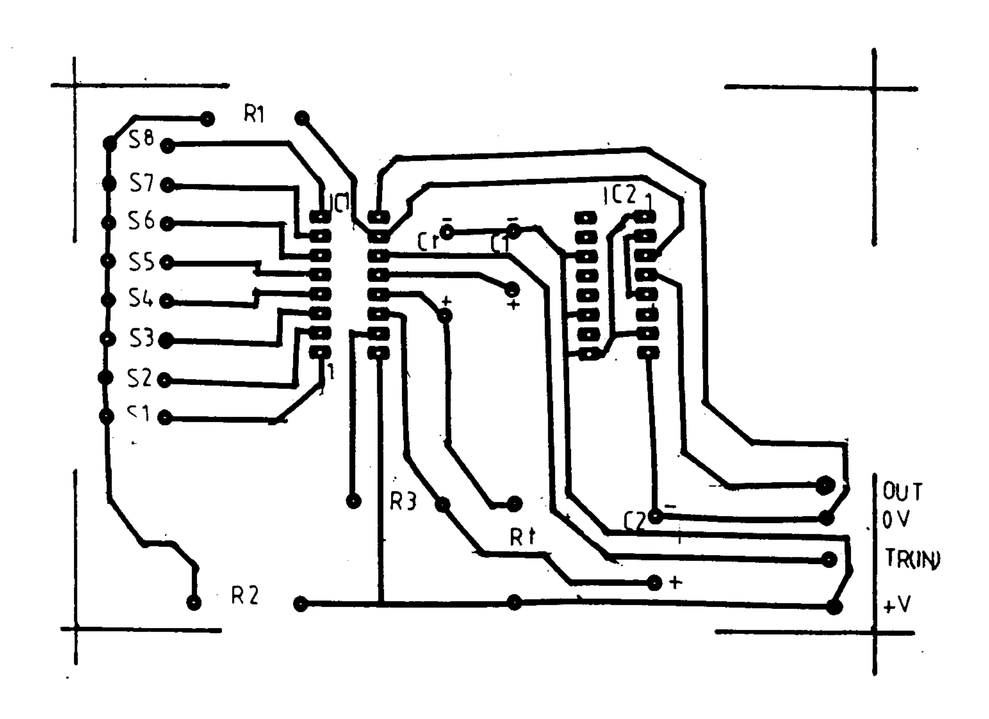
وبالتالى فإن:

$$T = N\ R_tC_t$$

$$= 35 \times 10^{-6} \times 10^6 = 35 \quad sec$$

والجدير بالذكر أنه يمكن تحرير الدائرة المتكاملة XR2240 وإعادة حالة المخرج T1 للحالة المنخفضة وحالة المخرج T2 للحالة العالية وذلك عند وصول نبضة عالية لمدخل التحرير (الرجل رقم 10) .

والشكل (٦ - ١٣) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التى نحن بصددها على لوح نحاسي وجه واحد .



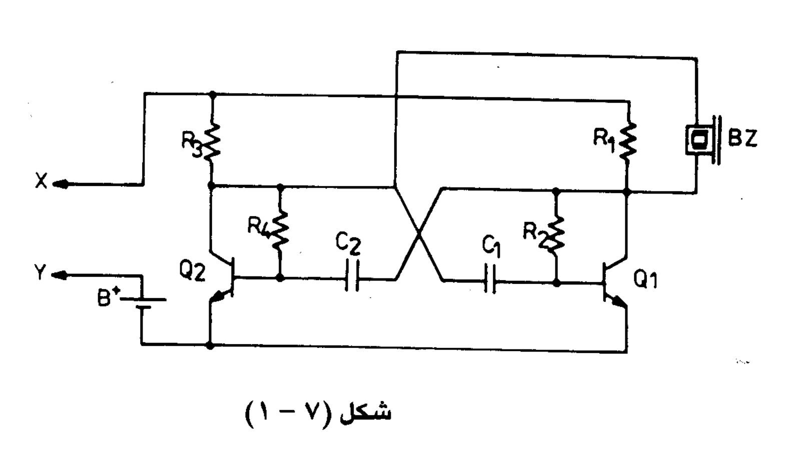
شكل (٦ - ١٣)

الباب السابع
تطبيقات على المذبذبات اللامستقرة

تطبيقات على المذبذبات اللامستقرة

الدائرة رقم (٤٣)

الشكل (٧ - ١) يعرض دائرة جهاز اختبار الاتصال.



شكل (٧ - ١)

عناصر الدائرة:

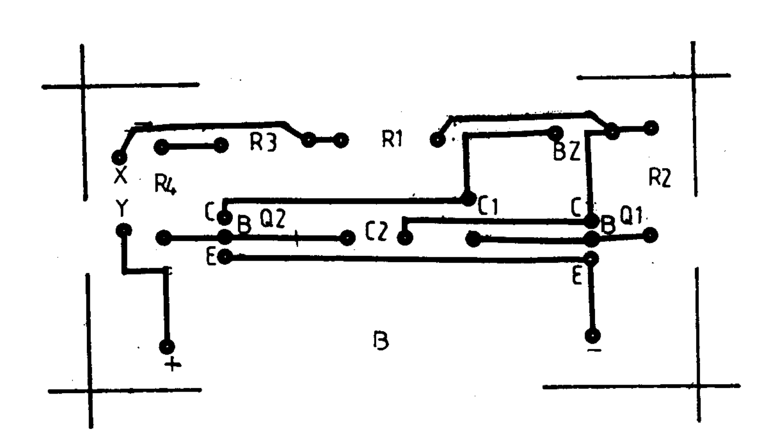
مقاومة كربونية 2.2kΩ /0.5W	R_1, R_3
مقاومة كربونية 470kΩ /0.5W	R_2, R_4
مكثف سيراميكى سعته 470 PF	C_1, C_2
ترانزستور NPN طراز BC 547 B	Q_1, Q_2
رنان طراز PB - 2720	BZ
بطارية جافة 1.5 V	B

نظرية عمل الدائرة:

يستخدم الجهاز فى اكتشاف دوائر القصر فى الدوائر المطبوعة حيث يصدر صوت من رنان الجهاز عند ذلك. وتعتمد الدائرة فى عملها على المذبذب اللامستقر (Astable) والمكون من الترانزستورين Q_1, Q_2 والعناصر الملحقة بهما.

ولاكتشاف دائرة القصر بين نقطتين يتم ملامستهما بواسطة طرفى الجهاز Y وX.
فإذا كان هناك دائرة قصر بين النقطتين فسوف تكتمل دائرة المذبذب اللامستقر ويبدأ فى التذبذب مولداً موجة مربعة ترددها يصل إلى عدد قليل من KHZ فينطلق صوت من الرنان دالاً على ذلك.

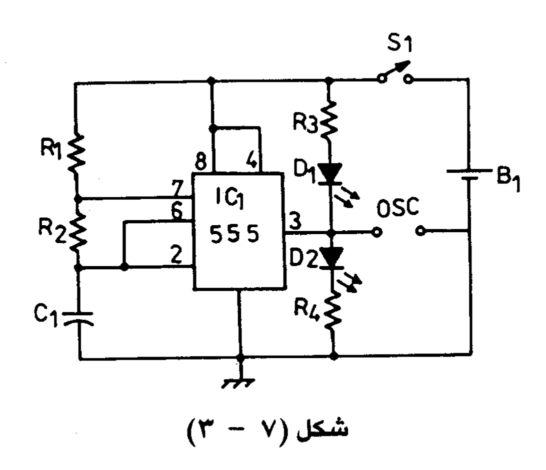
والشكل (٧ - ٢) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية على لوح نحاسى وجه واحد.



شكل (٧ - ٢)

الدائرة رقم (٤٤)

الشكل (٧ - ٣) يعرض دائرة جهاز اختبار المؤقت الزمنى 555.



شكل (٧ - ٣)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية $1k\ \Omega / 0.33W$	R_1
مقاومة كربونية $150k\ \Omega / 0.33W$	R_2
مقاومة كربونية $390\ \Omega / 0.33W$	R_3, R_4
مكثف كيميائى سعته $10\ \mu F - 15\ V$	C_1
موحد باعث للضوء $10\ mA$	D_1 , D_2
مؤقت زمنى (المراد اختباره) طراز 555	IC_1
بطارية 9V	B_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
جهاز راسم ذبذبات	OSC

نظرية عمل الدائرة:

يوصل المؤقت الزمنى المراد اختباره فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار.

وبغلق المفتاح S_1 يشحن المكثف C_1 عن طريق R_1, R_2 حيث يكون الجهد عند الطرف (7) للمؤقت فى المستوى المنخفض (L). وبتمام شحن المكثف C_1 يفرغ شحنته فيرتفع جهد الطرف (7) للمؤقت حيث تبدأ دورة شحن المكثف مرة أخرى.

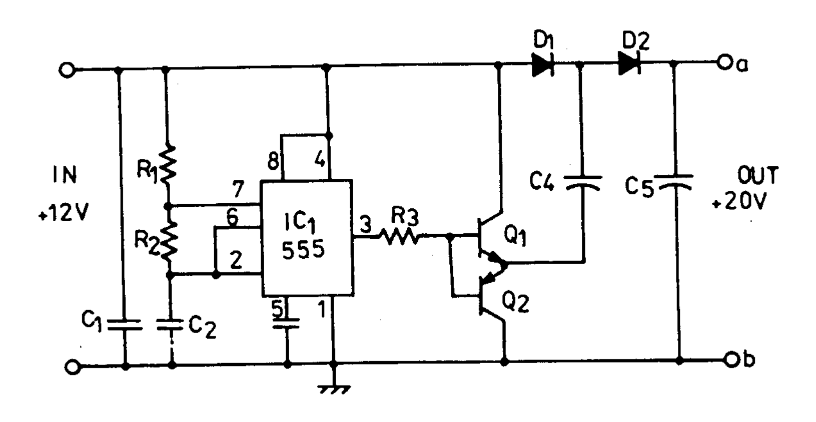
باستمرار شحن وتفريغ المكثف C_1 يؤدى إلى تغيير خرج المؤقت عند الطرف (3) من L إلى H وهكذا. عندما يكون خرج المؤقت فى المستوى (L) يضيىء الموحد D_1 وعندما يكون الخرج فى المستوى H يضيىء D_2 أى أن إضاءة كل من D_1 , D_2 تكون بالتبادل فى حالة جودة (صلاحية) المؤقت 555 تحت الاختبار حيث إن خرج المؤقت يكون على شكل موجة مربعة ترددها F يحسب من العلاقة:

$$F = 0.72 / R_2 C_1 \quad HZ$$

وبتوصيل جهاز راسم الذبذبات كما بالدائرة (OSC) يمكن التأكد من شكل موجة الخرج وذلك للتأكد من صلاحية المؤقت تحت الاختبار .

الدائرة رقم (٤٥)

الشكل (٧ – ٤) يعرض دائرة مضاعف جهد باستخدام مذبذب عديم الاستقرار .



شكل (٧ – ٤)

عناصر الدائرة :

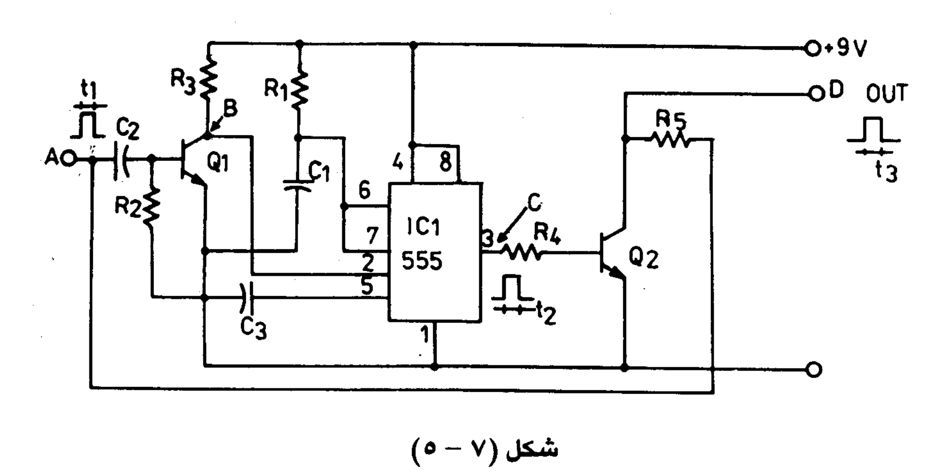
مقاومة كربونية 100 Ω /0..5W	R1, R3
مقاومة كربونية 10 K Ω /0.5W	R2
مكثف كيميائى سعته 100 µF - 16 V	C1
مكثف سيراميكى سعته 8.2 nF	C2
مكثف سيراميكى سعته 10 nF	C3
مكثف كيميائى سعته 10 µF - 40 V	C4, C5
موحد سليكونى طراز 1 N 4001	D1 , D2
ترانزستور NPN طراز BC 639	Q1
ترانزستور PNP طراز BC 640	Q2
مؤقت زمنى طراز NE 555	IC1

نظرية عمل الدائرة :

المؤقت الزمنى 555 موصل فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار تردده حوالى 8.5KHZ . وخرج المذبذب يتحكم فى الترانزستورين Q_2 وQ_1 فعندما يكون خرج المذبذب فى المستوى المنخفض (L) يكون Q_1 فى حالة OFF أما Q_2 فيكون فى حالة ON مما يؤدى إلى توصيل الطرف السالب للمكثف C_4 بأرضى الدائرة فيشحن C_4 عن طريق D_1 . وعندما يكون خرج المذبذب فى المستوى العالى (H) تتغير حالتا الترانزستورين فيصبح Q_2 فى حالة OFF بينما يتحول Q_1 إلى ON فلا يستطيع المكثف C_4 من تفريغ شحنته وذلك لوجود D_1 وفى نفس الوضع يشحن C_5 إلى ما يقرب من قيمة جهد التغذية (12V +) مضاف إليه فرق الجهد الواقع على C_4 وD_1 ليصل جهد C_5 إلى ما يقرب من (20V +) بين الطرفين b و a .

الدائرة رقم (٤٦)

الشكل (٧ – ٥) يعرض دائرة جهاز كشف عرض النبضات باستخدام المؤقت 555.



شكل (٧ – ٥)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 100 K Ω /0.5W　　　R_1

مقاومة كربونية 10 K Ω /0.5W　　　R_2, R_5

مقاومة كربونية $47\ K\Omega / 0.5W$	R_3
مقاومة كربونية $2.2\ K\Omega / 0.5W$	R_4
مكثف كيميائى سعته $10\ \mu F$ - $25\ V$	C_1
مكثف كيميائى سعته $0.001\ \mu F$ - $16\ V$	C_2
مكثف كيميائى سعته $0.01\ \mu F$ - $16\ V$	C_3
ترانزستور NPN طراز 2N 2219	Q_1, Q_2
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة تعطى خرجًا فقط عندما يكون عرض نبضة القدح (t_1) أكبر من الثابت الزمنى لعنصرى التوقيت C_1 وR_1 الموصلين مع المؤقت الزمنى 555 والموصل فى الدائرة على شكل مذبذب أحادى الاستقرار حيث إن ($t_2 = 1.1 R_1 C_1$ Sec).

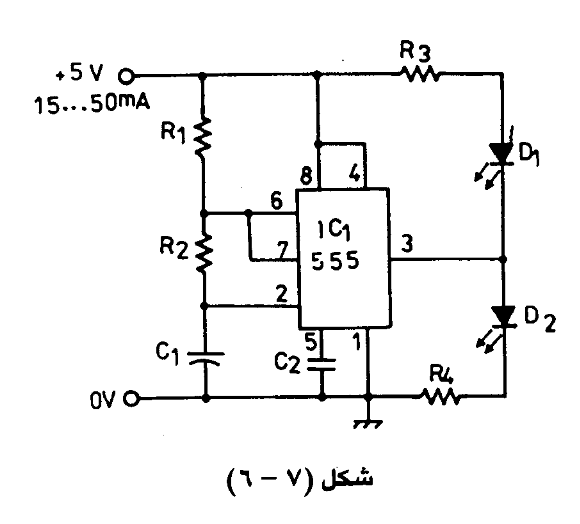
الترانزستور Q_1 يكون فى الوضع OFF وعليه يكون جهد الطرف (2) للمذبذب فى المستوى (H) وعند بداية نبضة القدح يكون خرج المذبذب (3) فى المستوى (L). الجهد الموجب لنبضة القدح يحول Q_1 إلى ON خلال زمن يساوى $R_2 C_2$ فيغذى طرف القدح (2) نبضة سالبة وبالتالى يتحول الترانزستور Q_2 إلى ON نتيجة خرج المذبذب خلال الفترة الزمنية t_2.

إذا استمرت نبضة القدح فى المستوى العالى (H) بعد انتهاء الفترة الزمنية t_2 يتحول Q_2 إلى OFF وبالتالى يكون عرض نبضة الخرج فى هذه الحالة أقل من عرض نبضة القدح بما يساوى t_2 وعليه يكون t_3 يساوى

$$t_3 = t_1 - 1.1\ R_1 C_1$$

الدائرة رقم (٤٧)

الشكل (٧ – ٦) يعرض دائرة وميض متبادل باستخدام موحدين باعثين للضوء.



شكل (٧ – ٦)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1 K Ω /0..5W	R_1, R_3, R_4
مقاومة كربونية 220 k Ω /0.5W	R_2
مكثف كيميائى سعته 4.7 µF - 6 V	C_1
مكثف سيراميكى سعته 10 nF	C_2
موحد باعث للضوء 10 mA	D_1, D_2
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

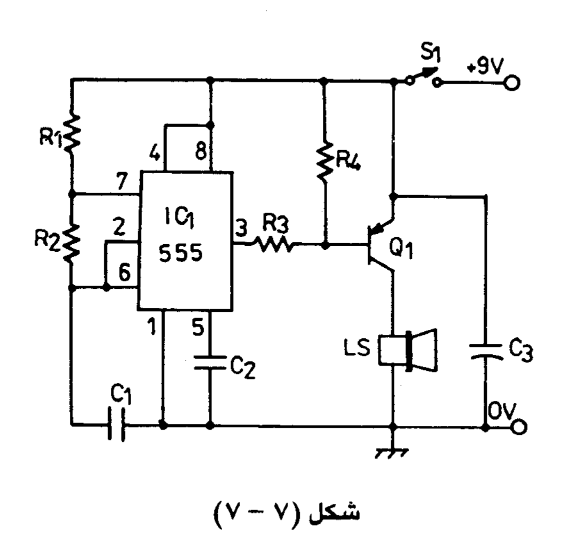
يتم توصيل المؤقت الزمنى 555 فى الدائرة كمذبذب عديم الاستقرار متعدد الاهتزازات حيث يعطى خرجًا عبارة عن موجة مربعة ترددها يتوقف على كل من العناصر C_1 وR_2 وR_1. ويكون عرض نبضة الخرج فى المستوى العالى مساوياً لعرض نبضة الخرج فى المستوى المنخفض.

وبمرور خرج المؤقت من الطرف (3) إلى نقطة اتصال كل من D1,D2 نلاحظ أن الموحد D1 يصبح فى الانحياز الأمامى خلال نبضة خرج المذبذب ذات المستوى المنخفض (L) بينما يصبح D2 فى الانحياز الأمامى خلال نبضة الخرج ذات المستوى العالى (H).

وعلى ذلك نلاحظ تبادل ومض كل من D1,D2 خلال خرج المؤقت الزمنى وتستخدم المقاومتان R3 ,R4 لتحديد التيار المار فى كل من D1,D2 على الترتيب لحمايتهما من ارتفاع تيار المصدر.

الدائرة رقم (٤٨)

الشكل (٧ – ٧) يعرض دائرة إنذار يستخدم فيها مذبذب لامستقر مرتكزاً على المؤقت 555.



شكل (٧ – ٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 100 K Ω /0..5W	R1
مقاومة كربونية 4.7 k Ω /0.5W	R2
مقاومة كربونية 100 Ω /0..5W	R3
مقاومة كربونية 33 Ω /0..5W	R4

مكثف سيراميكى سعته 10 nF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 100 nF	C_2
مكثف كيميائى سعته 100 µF - 10 V	C_3
ترانزستور PNP طراز BD 136	Q_1
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
سماعة 8 Ω - 250 m W	L.S

نظرية عمل الدائرة :

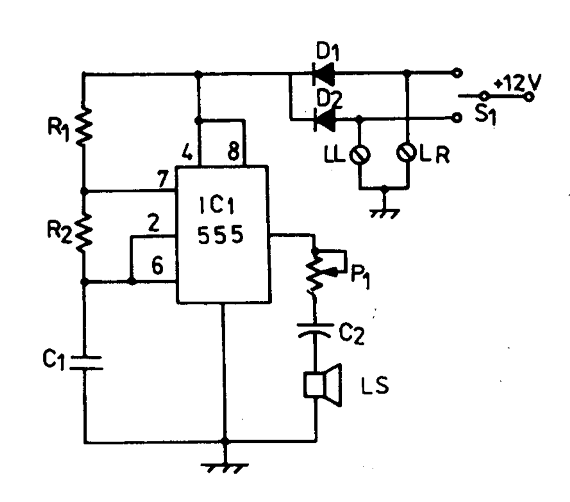
المؤقت الزمنى 555 موصل بالدائرة على شكل مذبذب لامستقر له دورة خدمة 5% حيث يستخدم خرج المذبذب لتشغيل السماعة L.S وذلك عن طريق Q_1 .

فعندما يغلق المفتاح S_1 ويبدأ المذبذب فى العمل فإن إشارة الخرج تحول الترانزستور Q_1 إلى حالة التوصل ON عن طريق تجهيز جهد الانحياز لقاعدته بمساعدة R_3 , R_4 ليمر تيار متقطع إلى السماعة فيصدر منها صوت الإنذار. المكثف C_3 يساعد على استقرار عمل الدائرة ولحماية الترانزستور من عكس أقطاب التغذية .

يمكن استخدام الدائرة كدائرة إنذار ضد فتح الأبواب والنوافذ حيث يكون S_1 مركب على الباب أو النافذة المراد حمايتها ويتحول إلى الغلق عند فتح الباب أو النافذة – ويلاحظ أن الصوت يستمر صدوره من الدائرة إلى أن يتم فصل مصدر التغذية .

الدائرة رقم (٤٩)

الشكل (٧ – ٨) يعرض دائرة إنذار لسائق السيارة عند إعتام مصابيح الومض.



شكل (٧ – ٨)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 4.7 k Ω /0.5W	R_1
مقاومة كربونية 10 k Ω /0.5W	R_2
مقاومة متغيرة 1 K Ω /1W	P_1
مكثف سيراميكي سعته 100 nF	C_1
مكثف كيميائي سعته 10 µF - 16 V	C_2
موحد سليكوني طراز 1 N 4001	D_1,D_2
مؤقت زمني طراز 555	IC_1
لمبات وميض السيارة (يمين ويسار)	LR , LL
مفتاح تشغيل لمبات الوميض في السيارة	S_1
سماعة قدرتها 1W ومقاومتها 8 Ω	L.S

نظرية عمل الدائرة:

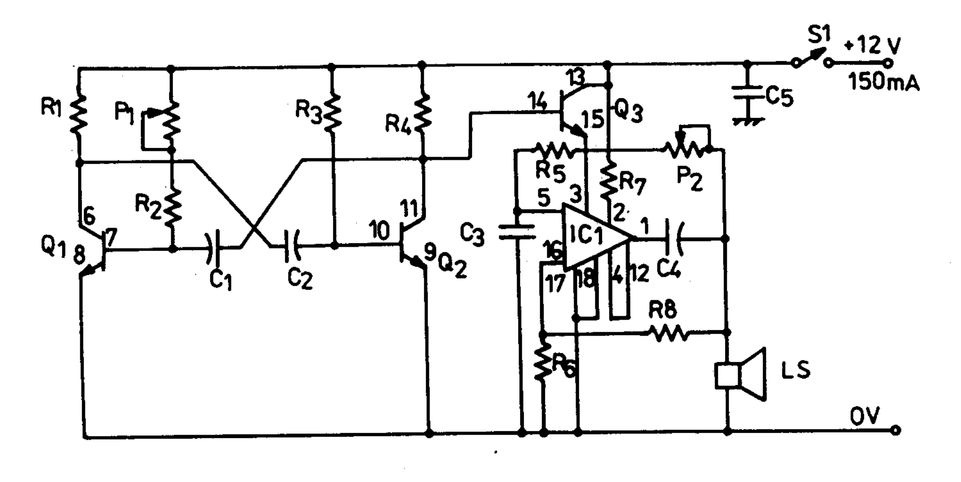
الدائرة مفيدة فى حالة إعتام لمبات الوميض للسيارة أثناء انحراف السيارة يميناً أو يساراً حيث تصدر صوتًا لتنبيه السائق لذلك حتى لا تحدث أى خطورة أثناء حركة السيارة.

وتعتمد الدائرة فى عملها على المؤقت الزمنى IC_1 والموصل فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار. فإذا وضع مفتاح تشغيل لمبات وميض السيارة على أى من الاتجاهين (يمين أو يسار) فسيحصل المذبذب عديم الاستقرار على التغذية اللازمة للتشغيل عن طريق أى من D_2 أوD_1 مما يؤدى إلى توليد موجة مربعة ترددها حوالى 1KHZ. حيث يصدر صوت من السماعة.

ويمكن التحكم فى شدة الصوت الصادر بواسطة المقاومة المتغيرة P_1.

الدائرة رقم (٥٠)

الشكل (٧ - ٩) يعرض دائرة سارينة إنذار يستخدم فيها مذبذب عديم الاستقرار.



شكل (٧ - ٩)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10 K Ω /0.5W	R1, R4, R8
مقاومة كربونية 220 k Ω /0.5W	R2
مقاومة كربونية 560 K Ω /0.5W	R3

مقاومة كربونية 22 K Ω /0.5W	R_5
مقاومة كربونية 1 K Ω /0.5W	R_6
مقاومة كربونية 15 K Ω /0.5W	R_7
مقاومة متغيرة 1 M Ω /1W	P_1
مقاومة متغيرة 100 K Ω /1W	P_2
مكثف كيميائى سعته 1 µF - 16 V	C_1, C_2
مكثف سيراميكى سعته 100 nF	C_3, C_5
مكثف كيميائى سعته 47 µF - 16 V	C_4
دائرة متكاملة طراز LM 389	IC_1
سماعة 8 Ω - 1W	L.S
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

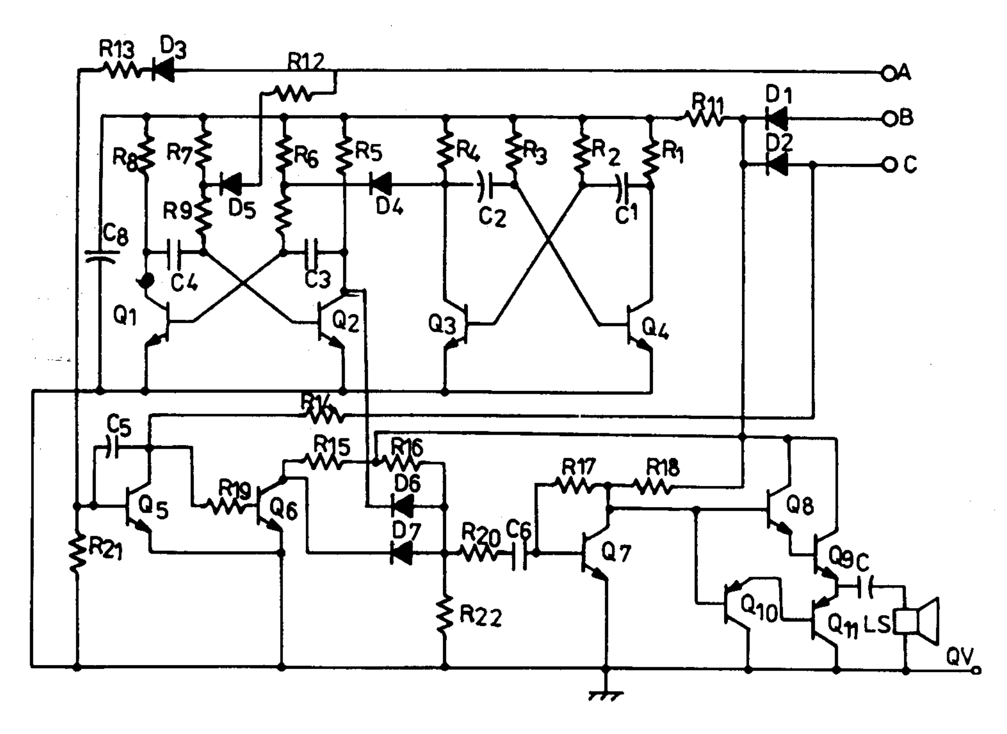
نظرية عمل الدائرة:

الدائرة المتكاملة التى تستخدم فى هذا الجهاز (IC_1) تحتوى على عدد ثلاثة ترانزستورات NPN ($Q_1: Q_3$) ومكبر عمليات OP - AmP يعمل كمكبر قدرة صوتى.

يتم توصيل الترانزستورين Q_1, Q_2 على شكل مذبذب عديم الاستقرار تردده ما بين 1HZ إلى حوالى 7HZ حيث يمكن ضبط تردد المذبذب بواسطة P_1. أما مكبر القدرة الصوتى فيوصل على شكل مذبذب موجة مربعة تردده يتراوح ما بين HZ (250:1500). ويتم التحكم فى عمل المكبر بواسطة خرج المذبذب عديم الاستقرار عن طريق Q_3. ويصدر صوت من السماعة L.S مناظر لخرج المكبر يتم التحكم فى شدته بواسطة P_2.

الدائرة رقم (٥١)

الشكل (٧ – ١٠) يعرض دائرة إنذار متعدد الأغراض للسيارة.



شكل (٧ – ١٠)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1K Ω	R1, R4, R12 , R14, R16, R22
مقاومة كربونية 22K Ω	R2, R3, R7
مقاومة كربونية 3.3K Ω	R5, R8
مقاومة كربونية 27K Ω	R6
مقاومة كربونية 39K Ω	R9
مقاومة كربونية 33K Ω	R10
مقاومة كربونية 470 Ω	R11

مقاومة كربونية 2.2K Ω	R_{19}, R_{13}
مقاومة كربونية 2.2M Ω	R_{17}
مقاومة كربونية 10K Ω	R_{18}
مقاومة كربونية 68K Ω	R_{20}
مقاومة كربونية 150K Ω	R_{21}

*** جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W**

مكثف كيميائى سعته 47 µF - 16V	C_1, C_2, C_7
مكثف سيراميكى سعته 30 nF	C_3, C_4
مكثف كيميائى سعته 100 µF - 16 V	C_5 , C_8
مكثف سيراميكى سعته 100 nF	C_6
موحد سليكونى طراز BY 127	D_1, D_2
موحد سليكونى طراز 1N 4148	D_3 : D_7
ترانزستور NPN طراز BC 238	Q_1 : Q_9
ترانزستور PNP طراز BC 558	Q_{10}, Q_{11}
سماعة 8 Ω	L.S

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة تتكون من ثلاث مراحل رئيسية وهى:

١ - عدد اثنين مذبذب لا مستقر Astable تتكون من الترانزستورات (Q_1 : Q_4) .

٢ - مرحلة تأخير زمنى وتتكون من الترانزستورين Q_5 , Q_6 .

٣ - مرحلة تكبير وتتكون من الترانزستورات Q_7 : Q_{11} .

يتم تغذية الدائرة عن طريق النقاط C وB وA حيث توصل A على دائرة الإضاءة المتقطعة (إضاءة الإنذار) للسيارة Flashing Circuit وتوصل النقطة B بمفتاح الإضاءة الأمامية للسيارة أما C فيتم توصيلها بمفتاح تشغيل السيارة Ignition Key .

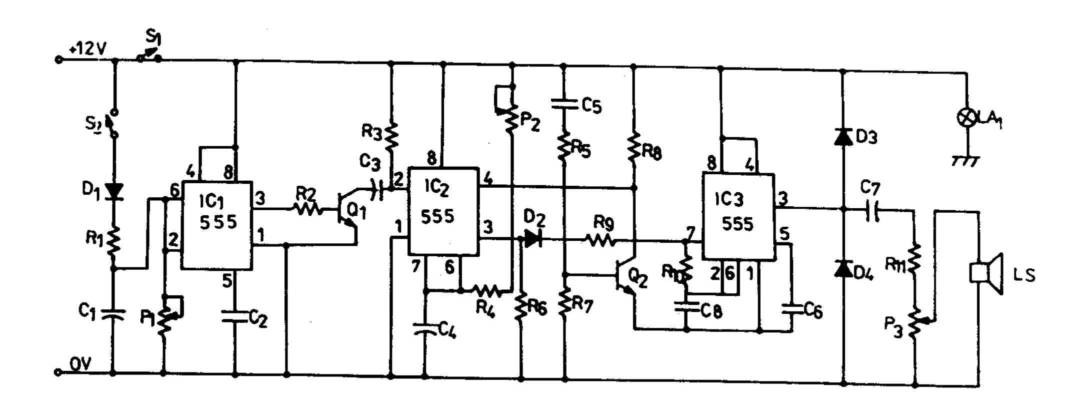
يولد كل من المذبذبين إشارات يعتمد ترددها على كل من R, C المقترنة بكل منهما المذبذب الأول(Q3 , Q4) يقوم بتوليد إشارات ذات تردد منخفض نسبياً. أما المذبذب الآخر (Q1 , Q2) فإنه يولد إشارات ذات ترددات مختلفة تتوقف على الجهد الواقع على كل من D4, D5 .

فعندما تعتم لمبات الومض المتقطع للسيارة Flashing Light فإن Q5 , Q6 يقومان بإحداث التأخير الزمنى اللازم لدائرة الإضاءة المتقطعة ليصدر صوت متقطع مناظر من السماعة بعد تكبير الإشارة الواصلة إليها بواسطة Q7 : Q11 .

أما إذا تم إطفاء محرك السيارة فإنه يتم قطع الجهد الواصل إلى النقطة C بينما إذا تركت أضواء السيارة مضاءة فإن النقطة B تغذى مباشرة من البطارية عن طريق مفتاح الإضاءة الأمامية فما يؤدى إلى استمرار عمل المذبذب وكذلك دائرة التكبير ولا يعمل الترانزستور Q5 مما يؤدى إلى توقف إشارة التحكم الصادرة من Q6 ليرتفع جهد مجمعه إلى حوالى 12 V الأمر الذى يؤدى إلى عمل البوابة AND (D6, D7) ليمر من خلالها الإشارة إلى مرحلة التكبير ومنها إلى السماعة ليصدر صوت التحذير.

الدائرة رقم (٥٢)

الشكل (٧ – ١١) يعرض دائرة إنذار من ترك أضواء السيارة الأمامية مضاءة بعد توقف المحرك. يستخدم فيها مذبذب أحادى الاستقرار وآخر غير مستقر.



شكل (٧-١١)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10KΩ	R_1, R_8
مقاومة كربونية 4.7KΩ	R_2, R_5, R_6
مقاومة كربونية 22KΩ	R_3
مقاومة كربونية 100KΩ	R_4, R_7
مقاومة كربونية 1KΩ	R_9
مقاومة كربونية 47KΩ	R_{10}
مقاومة كربونية 47Ω	R_{11}
* جميع المقاومات السابقة قدرتها 0.5W	
مقاومة متغيرة 470KΩ / 1W	P_1
مقاومة متغيرة 1MΩ / 1W	P_2
مقاومة متغيرة 100Ω / 1W	P_3
مكثف كيميائى سعته 10μF - 16V	C_1, C_4, C_7
مكثف سيراميكى سعته 10nF	C_2, C_6, C_8
مكثف كيميائى سعته 1μF - 16V	C_3
مكثف سيراميكى سعته 22μF - 16V	C_5
موحد سليكونى طراز 1N 4148	$D_1 : D_4$
ترانزستور NPN طراز 2N 1613	Q_1
ترانزستور NPN طراز BC 548	Q_2
مؤقت زمنى طراز 555	$IC_1 : IC_3$
سماعة 8 Ω	L.S
الأضواء الأمامية للسيارة	LA_1

مفتاح الأضواء الأمامية للسيارة	S_1
مفتاح تشغيل السيارة	S_2

نظرية عمل الدائرة :

تغذى الدائرة بجهد بطارية السيارة 12 V + عن طريق مفتاح الأضواء الأمامية للسيارة S_1. فإذا تم إطفاء أضواء السيارة (S_1 OFF) يعنى هذا عدم تغذية دائرة الإنذار وبالتالى لا يصدر صوت من السماعة L.S .

المفتاح S_2 يمثل مفتاح تشغيل السيارة Ignition Switch فعندما يكون فى وضع ON فإن الطرفين 6 ,2 للمؤقت الزمنى IC_1 يكونا فى المستوى العالى (H) عن طريق الجهد الواصل إليهما من D_1, R_1. وعند إطفاء محرك السيارة (S_2 OFF) يفرغ المكثف C_1 شحنته التى اكتسبها أثناء عمل المحرك عن طريق P_1. وحيث إنه عن طريق P_1 يمكن ضبط الزمن المتاح ما بين إطفاء محرك السيارة وانطلاق صوت الإنذار إذا ما تركت أضواء السيارة مضاءة فإنه يتضح أن IC_1 تعمل كمؤقت زمنى ذى زمن تأخير متحكم فيه بواسطة P_1.

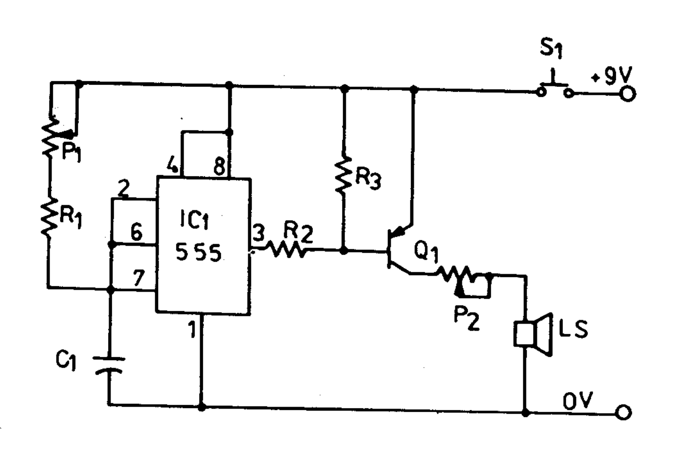
باستمرار تفريغ المكثف وانخفاض الجهد على الطرفين 6 ,2 للمؤقت الزمنى IC_1 عن جهد قدح الموقت وباستمرار إضاءة أضواء السيارة (S_2 ON) يرتفع جهد الخرج على الطرف (3) الأمر الذى يؤدى إلى تحويل الترانزستور Q_1 إلى حالة التوصيل ON .

خرج الترانزستور Q_1 يؤدى إلى قدح المذبذب أحادى الاستقرار IC_2 فيصبح خرج المذبذب فى المستوى العالى (H) على الطرف (3) هذا الخرج يؤدى إلى قدح المذبذب اللامستقر IC_3 فيبدأ فى التذبذب، حيث يولد إشارة الإنذار التى تمر عن طريق C_7 إلى السماعة L - S ليصدر صوت الإنذار .

الفترة الزمنية التى يستمر خلالها الصوت الصادر من السماعة تتوقف على الزمن الدورى لخرج المذبذب IC_2، حيث يمكن ضبط تلك الفترة بواسطة المقاومة المتغيرة P_2، أما شدة صوت الإنذار فيمكن التحكم فيها بواسطة المقاومة المتغيرة P_3.

الدائرة رقم (٥٣)

الشكل (٧ – ١٢) يعرض دائرة جرس بنغمة واحدة قابلة للتغيير يستخدم فيها المؤقت الزمنى كمذبذب عديم الاستقرار.



شكل (٧ – ١٢)

عناصر الدائرة:

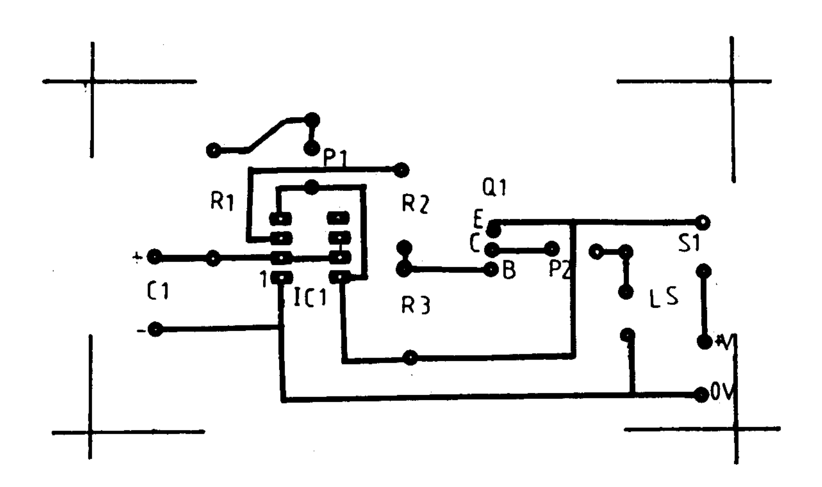
مقاومة كربونية 22KΩ / 0.5W	R_1
مقاومة كربونية 100Ω / 0.5W	R_2
مقاومة كربونية 33Ω / 0.5W	R_3
مقاومة متغيرة 25KΩ / 1W	P_1
مقاومة متغيرة 1KΩ / 1W	P_2
مكثف كيميائى سعته 10μF - 10V	C_1
ترانزستور PNP طراز BD 136	Q_1
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1
سماعة مقاومتها 8Ω : 5	L - S
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة:

المؤقت الزمنى IC_1 (555) موصل فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار، حيث يتم ترجمة خرج المذبذب إلى صوت متناسق عن طريق Q_1 والسماعة L. S، كما أنه يمكن التحكم فى تردد المذبذب عن طريق المقاومة المتغيرة P_1، ويمكن التحكم فى شدة الصوت الصادر من السماعة بواسطة P_2.

الصوت الصادر من الدائرة يناظر الصوت الصادر من بندول الساعة مع الأخذ فى الاعتبار أن تكون البطارية المستخدمة فى تغذية الدائرة فى حالة جيدة.

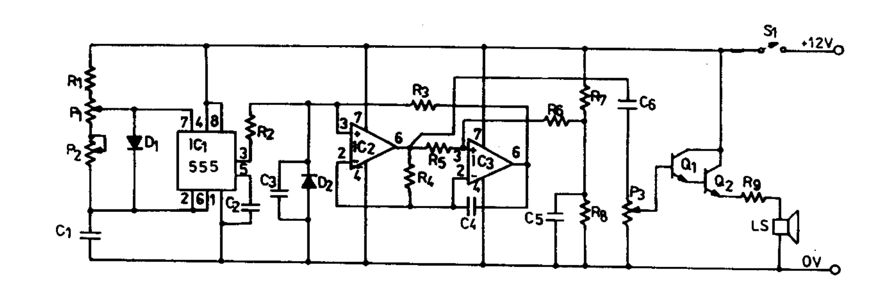
والشكل (٧ – ١٣) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية على لوح نحاسى.



شكل (٧ – ١٣)

الدائرة رقم (٥٤)

الشكل (٧ – ١٤) يعرض دائرة جرس إلكترونى يمكن استخدامه فى أغراض مختلفة .



شكل (٧-١٤)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1KΩ / 0.5W	R_1, R_3, R_4
مقاومة كربونية 180KΩ / 0.5W	R_2
مقاومة كربونية 15KΩ / 0.5W	R_5, R_6
مقاومة كربونية 10KΩ / 0.5W	R_7, R_8
مقاومة كربونية 33Ω / 0.5W	R_9
مقاومة متغيرة 100KΩ / 1W	P_1, P_3
مقاومة متغيرة 1MΩ / 1W	P_2
مكثف سيراميكى سعته 1µF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 10 nF	C_2
مكثف سيراميكى سعته 220 nF	C_3, C_4

مكثف كيميائى سعته 10µF - 25V	C_5
مكثف كيميائى سعته 2.2µF - 25V	C_6
موحد سليكونى طراز 1N4148	D_1, D_2
ترانزستور NPN طراز BC 238	Q_1
ترانزستور NPN طراز BC 140	Q_2
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1
مكبر عمليات Op - AmP طراز 741	IC_2, IC_3
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
سماعة 8 Ω	L.S

نظرية عمل الدائرة:

بغلق المفتاح S_1 يمر تيار المنبع إلى الدائرة ليبدأ المؤقت الزمنى IC_1 والموصل فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار فيولد نبضة القدح اللازمة لعمل دائرة المرشح المنغم (resonent filter)، والمكونة من مكبرى العمليات IC_2, وIC_3، والعناصر الملحقة بهما، حيث يصدر منها نغمة عندما تصل إلى تردد الرنين الخاص بها.

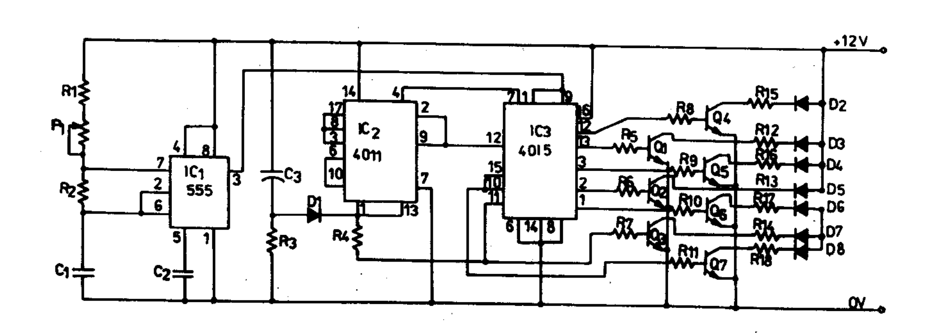
وتعتمد خواص الصوت الصادر من الدائرة على كل من المعامل Q للمرشح والذى يمكن التحكم فى قيمته بواسطة المقاومة R_2، وكذلك على الزمن الدورى لنبضة القدح (خرج المؤقت الزمنى 555)، حيث يمكن التحكم فيه بواسطة P_1.

يمر خرج المرشح المنغم إلى دائرة المكبر الصوتى والمكون من الترانزستورين Q_2 و Q_1، حيث تكبر إشارة الخرج ليصدر صوت من السماعة LS مناظر لهذا الخرج.

ويمكن التحكم فى شدة هذا الصوت بواسطة P_3، حيث تتغير شدة الصوت خلال مدى يتراوح ما بين V(5 : 0).

الدائرة رقم (٥٥)

الشكل (٧ – ١٥) يعرض دائرة إضاءة متحركة يتوقف عملها على المذبذب عديم الاستقرار المرتكز على المؤقت الزمنى (555) .



شكل (٧–١٥)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 10KΩ / 0.5W	R_1, R_3, R_4
مقاومة كربونية 82KΩ / 0.5W	R_2
مقاومة كربونية 33KΩ / 0.5W	$R_5 : R_{11}$
مقاومة كربونية 1KΩ / 0.5W	$R_{12} : R_{18}$
مقاومة متغيرة 1MΩ / 1W	P_1
مكثف سيراميكى سعته 1μF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 10nF	C_2
مكثف كيميائى سعته 10μF - 16V	C_3

موحد سليكونى طراز 1N4148	D_1
موحد باعث للضوء 10mA	$D_2 : D_8$
ترانزستور NPN طراز BC 584	$Q_1 : Q_7$
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1
دائرة متكاملة CMOS طراز 4011	IC_2
دائرة متكاملة CMOS طراز 4015	IC_3

نظرية عمل الدائرة :

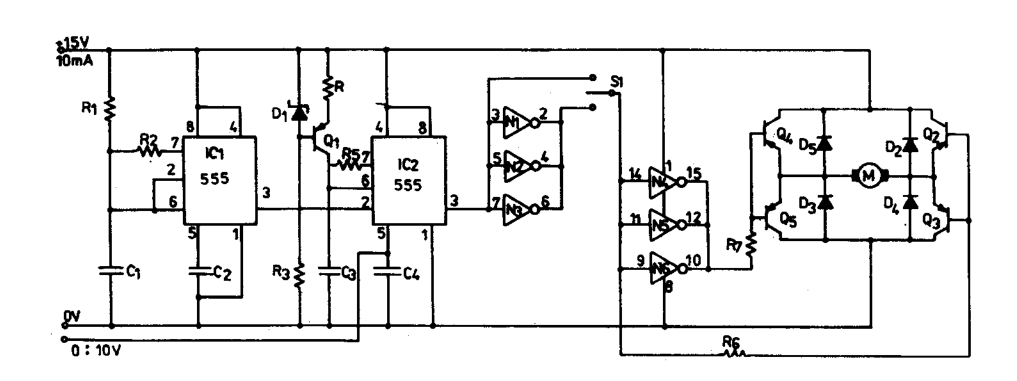
المؤقت الزمنى 555 موصل فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار، حيث إنه يعتبر مولد نبضات الساعة اللازمة لتشغيل مسجل الإزاحة المتمثل بالدائرة المتكاملة IC_3، فنلاحظ توصل خرج IC_1 (3) إلى دخل IC_3 على الطرفين (1, 9) .

وعلى ذلك فبالتحكم فى تردد نبضات الساعة بواسطة المقاومة المتغيرة P_1، يمكن التحكم فى سرعة جريان الإضاءة على $D_2 : D_7$.

الدائرة المتكاملة IC_2 والتى تحتوى على أربعة بوابات NAND موصلة على شكل البوابة XOR، حيث تقوم بعمل تغذية خلفية لمسجل الإزاحة IC_3، وذلك بأخذ جزء من خرج IC_3 وتوصيله مرة أخرى إلى دخل البيانات لمسجل الإزاحة على الطرف 7، وذلك لضمان دوران مخارج مسجل الإزاحة لجريان الإضاءة على الموحدات الباعثة للضوء $D_2 : D_7$، والمقاومات $R_{12} : R_{18}$ مقاومات حماية للموحدات الباعثة للضوء، أما مجموعة المقاومات $R_5 : R_{11}$ والترانزستورات $Q_1 :$ Q_7 فإنها تعمل معاً على تشغيل الموحدات الباعثة للضوء بصورة سليمة تحت تأثير مخارج مسجل الإزاحة IC_3 .

الدائرة رقم (٥٦)

الشكل (٧ – ١٦) دائرة تحكم بسيطة فى محرك تيار مستمر بواسطة مبدأ التحكم فى عرض الموجة (PMW) .



شكل (٧-١٦)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 180 KΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 100 Ω / 0.5W	R_2
مقاومة كربونية 470 Ω / 0.5W	R_3
مقاومة كربونية 2.2 kΩ / 0.5W	R_4
مقاومة كربونية 100Ω 0.5W	R_5
مقاومة كربونية 1KΩ / 0.5W	R_6, R_7
مكثف سيراميكى سعته 100nF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 10 nF	C_2, C_4
مكثف سيراميكى سعته 1 μF	C_3

موحد زينر جهده 2.7V	D_1
موحد سليكونى طراز 1N 4001	$D_2 : D_5$
ترانزستور PNP طراز BC 547	Q_1
ترانزستور (دار لنجتون) طراز BD 679	Q_2, Q_4
ترانزستور (دار لنجتون) طراز BD 680	Q_3, Q_5
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1, IC_2
دائرة متكاملة CMOS طراز 4049	$IC_3 (N_1 : N_6)$
محرك تيار مستمر المراد التحكم فيه	M
مفتاح قطب واحد سكتين	S_1

نظرية عمل الدائرة:

المؤقت الزمنى IC_1 (555) موصل فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار تردده 80HZ وخرجه عبارة عن موجة مربعة.

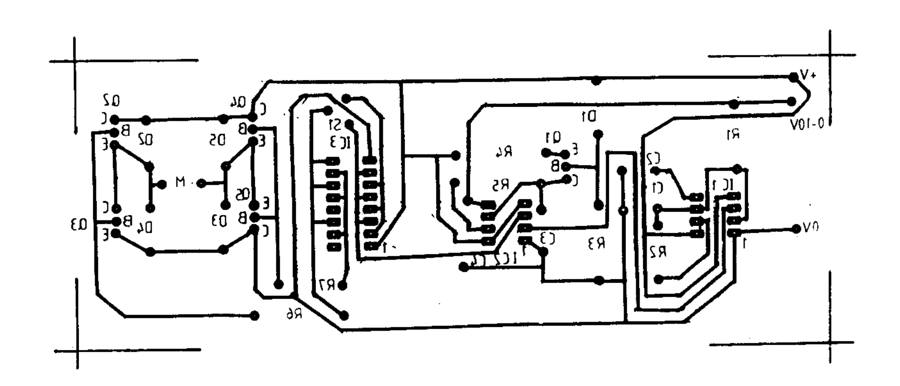
يقوم الترانزستور Q_1 والذى يعمل كمصدر للتيار بشحن المكثف C_3 فتتولد موجة سن المنشار نتيجة شحن وتفريغ C_3 حيث يتم مقارنة هذا الجهد مع جهد التحكم (0:10V) والموصل على طرف التحكم 5 عن طريق المؤقت الزمنى IC_2 ويكون خرج IC_2 نبضات بها معامل الخدمة يعتمد على قيمة الجهد على المدخل 5 للدائرة المتكاملة IC_1 علماً بأن تردد الموجة الخارجة من IC_2 يحدد من تردد النبضات الخارجة من IC_1.

وباستخدام مجموعتى العواكس $N_1 : N_3$ ، $N_4 : N_6$ وبمساعدة المفتاح S1 يمكن التحكم فى اتجاه دوران المحرك.

أما مجموعة الترانزستورات $Q_2 : Q_5$ (عائلة دار لنجتون) والموصلة على شكل قنطرة على طرفى المحرك توفرتياراً عاليًا يصل إلى حوالى 4A لإمكان إدارة المحرك.

وبواسطة قنطرة التوحيد $D_2 : D_5$ نحصل على الجهد المستمر اللازم لتشغيل المحرك.

والشكل (٧ – ١٧) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التى نحن بصددها على لوح نحاسى وجه واحد .



شكل (٧ – ١٧)

الملاحـــق

ملحق رقم (١)

تنفيذ المشاريع الإلكترونية

يمكن تنفيذ المشاريع الإلكترونية باستخدام :

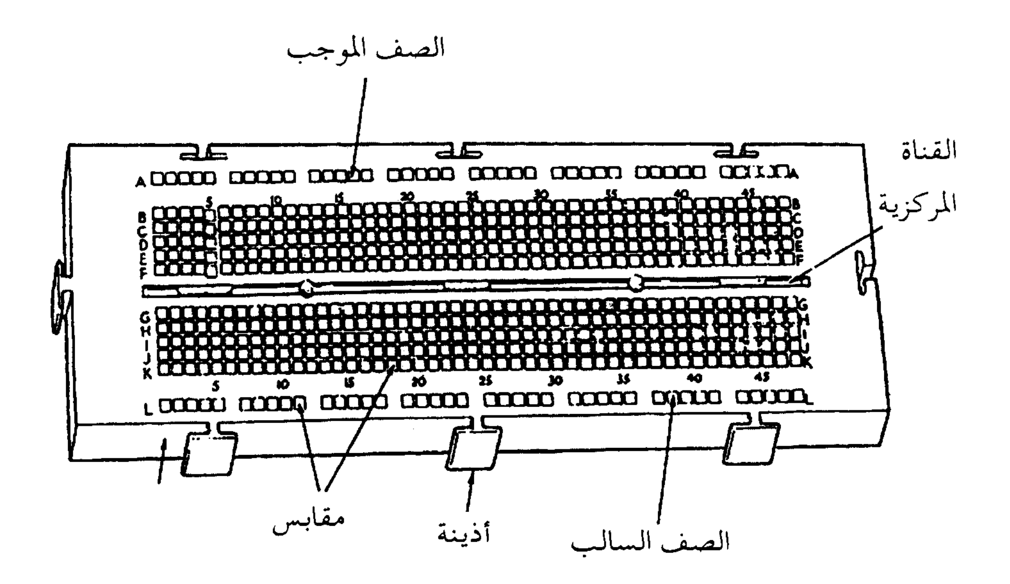
١ – لوحة التجارب Bread Boards .

٢ – لوحات الدوائر المطبوعة (P.C.B) .

٣ – اللوحات المثقبة Matrix Boards .

١ – لوحة التجارب Bread Board :

لوحة التجارب هى لوحة تستخدم فى تنفيذ الدوائر الإلكترونية بدون لحام ويمكن بسهولة تبديل عنصر مكان عنصر لمعرفة التأثير الناتج عن هذا التغيير فى أداء الدائرة . والشكل رقم (١) يبين أحد نماذج لوحات التجارب .



شكل (١)

يحتوى هذا النموذج على 12 صفًا والصف العلوى والسفلى يتكون كل منهما من 40 قابسًا متصلة فيما بينها لكل صف. ويخصص الصف العلوى عادة للجهد الموجب للدائرة الإلكترونية فى حين يخصص الصف السفلى للجهد السالب أما باقى الصفوف العشرة فيحتوى كل منها على 50 قابسًا وتتصل مقابس كل عمود أعلى القناة المركزية معًا وكذلك تتصل مقابس كل عمود أسفل القناة المركزية معًا فمثلاً تتصل المقابس B10, C10, D10, E10, F10 معًا وكذلك تتصل المقابس G5, H5, I5, J5, K5 معًا. وهكذا حيث إن G5 يعنى القابس الموجود فى الصف G والعمود رقم 5.

ويزود هذا النموذج بمجموعة من الأذينات والشقوق على الجوانب الأربعة للوحة لغرض تجميع أكثر من لوحة تجارب معًا لعمل لوحة تجارب ذات مساحة كبيرة لإمكان تنفيذ الدوائر الإلكترونية الكبيرة عليها.

والجدير بالذكر أنه لا يعتمد على لوحات التجارب فى تنفيذ المشاريع الإلكترونية عليها بشكل نهائى بل تستخدم فقط فى اختبار الدائرة قبل تنفيذها باستخدام لوحات الدوائر المطبوعة أو اللوحات المثقبة أو أى نوع آخر من لوحات التنفيذ النهائى.

٢ - لوحات الدوائر المطبوعة (P.C.B):

تصنع هذه اللوحات من الفيبر أو البكاليت أو الألياف الزجاجية وتغطى أحد وجهيها أو كليهما بطبقة رقيقة من النحاس. **وتنقسم إلى:**

أ - لوحات بوجه واحد من النحاس.

ب - لوحات بوجهين من النحاس.

جـ - لوحات بوجه نحاسى مغطى بطبقة حساسة للضوء (فوتوغرافى).

د - لوحات بوجهين من النحاس المغطى بطبقة حساسة للضوء (فوتوغرافية).

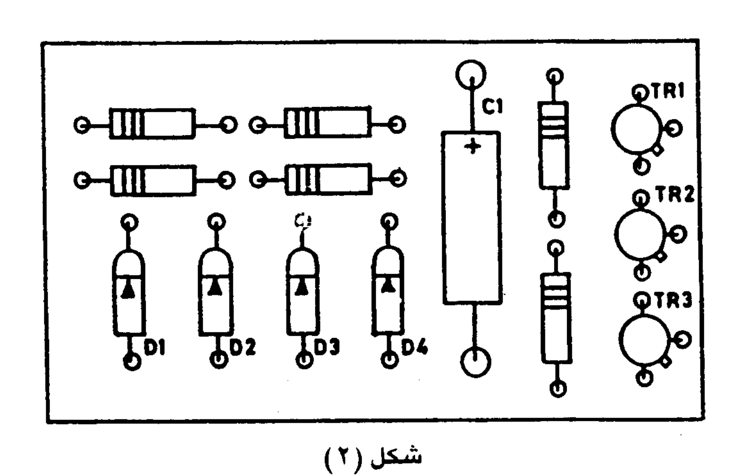
أولا : خطوات تنفيذ المشاريع الإلكترونية على لوحة بوجه واحد من النحاس.

هناك عدة مراحل يجب اتباعها لتنفيذ المشاريع الإلكترونية على هذا النوع من اللوحات وهى :

أ - توزيع العناصر المستخدمة فى الدائرة :

تتم خطة توزيع العناصر المستخدمة فى دائرة المشروع الإلكترونى المراد تنفيذه أولاً باستخدام ورقة من الشفاف تثبت على ورقة مربعات صغيرة محدد عليها الأبعاد الحقيقية للوحة المستخدمة حيث ترسم المساقط الأفقية للعناصر الإلكترونية المستخدمة بالأبعاد الحقيقية لكل عنصر داخل إطار لوحة التوصيل كما أنه يجب مراعاة توزيع العناصر داخل إطار لوحة التوصيل توزيع مناسب بأسلوب يتيح الاستغلال الأمثل لمساحة اللوحة كما يجب أن يكون أحد محاور تلك العناصر موازياً لأحد أبعاد لوحة التوصيل.

والشكل رقم (٢) يبين طريقة التنظيم الجيد للعناصر الإلكترونية لأحد اللوحات النحاسية المستخدمة.



شكل (٢)

ب - تصميم مخطط التوصيل :

تقلب ورقة الشفاف وتحدد نهايات أطراف توصيل العناصر الإلكترونية والتى تمثل نقاط لحام (تثبيت) العناصر على لوحة التوصيل ثم تحدد نقاط الدخل والخرج

وكذلك النقاط المساعدة كالتى يراد بواسطتها إجراء بعض القياسات على الدائرة أو توصيل أجهزة إلى الدائرة وما إلى ذلك.

ثم بالاستعانة بدائرة سير التيار للمشروع (الدائرة النظرية) يتم التوصيل بين تلك النقاط بما يحقق الهدف من الدائرة.

جـ - نقل مخطط التوصيل على الوجه النحاسى للوحة التوصيل:

بعد المراجعة والتأكد من صحة مخطط التوصيل الذى تم تنفيذه على ورقة الشفاف تطبق ورقة الشفاف على الوجه النحاسى للوحة التوصيل على أن يكون اتجاه مخطط التوصيل لأعلى ثم توقع جميع نقاط مخطط التوصيل على الوجه النحاسى وباستخدام الرموز والمسارات اللاصقة المختلفة كالمبينة شكل (٣) يتم فى البداية لصق نقاط تثبيت المقاومات والمكثفات والترانزستورات... إلخ فى أماكنها المحددة على لوحة التوصيل ثم تلصق قواعد الدوائر المتكاملة مع الأخذ فى الاعتبار اتجاه الرجل رقم (١) لأى دائرة متكاملة.

وبعد تثبيت جميع نقاط اللحام يتم التوصيل فيما بينها باستخدام المسارات اللاصقة والمناسبة للتيار المار فى الدائرة وذلك كما هو موضح بالجدول رقم (١) والذى يوضع العلاقة بين شدة التيار المار وعرض المسار المستخدم.

الجدول (١)

التيار mA	< 500 mA	500 : 1500	1500 : 3000
عرض المسار m m	0.6	1.6	3

كما أنه يجب تجنب حدوث أى تقاطعات بين المسارات أو تلامس فيما بينها لتفادى حدوث دوائر قصر وكذلك لصق نقاط التثبيت والمسارات بطريقة جيدة حتى لا تحدث دوائر مفتوحة فى مسار التيار مع الأخذ فى الاعتبار عدم ملامسة طبقة النحاس أثناء العمل بالأيدى مباشرة حتى لا تحدث مشاكل عند التحميض ولذا يفضل لبس القفازات المرنة أثناء العمل.

د - التحميض والتثقيب :

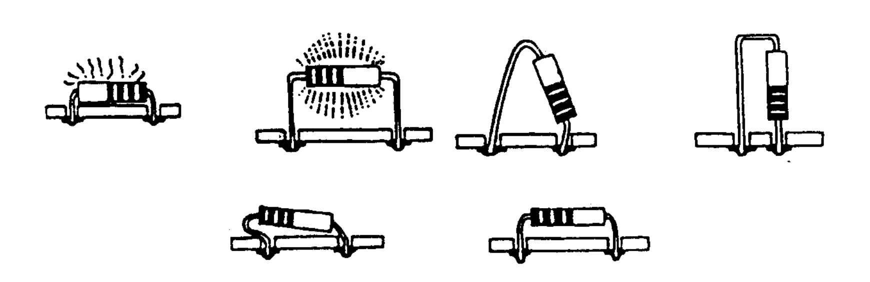
توضع لوحة التوصيل بعد الانتهاء من تنفيذ مخطط التوصيل على الوجه النحاسى وبصورة سليمة داخل كيس من البلاستيك ويصب عليها قليل من الحامض المستخدم [محلول كلوريد الحديد (350 جرامًا من كلوريد الحديد + 0,5 لتر ماء)] ثم يغلق الكيس جيداً ويوضع فى ماء ساخن مع التحريك على أن يكون اتجاه التوصيلات لأسفل وذلك للإسراع فى عملية التحميض.

بعد التأكد من التخلص من طبقة النحاس غير المستخدمة نخرج اللوحة من الكيس البلاستيكى وتغسل تحت ماء جارٍ وتجفف ومن ثم وباستخدام قطعة من ليف السلك الناعم تزال نقاط التثبيت والمسارات اللاصقة برفق ثم تغسل مرة أخرى وتجفف بسرعة وترش بمادة بلاستيكية لعدم أكسدة طبقة النحاس الممثلة لمخطط التوصيل.

تثقب نقاط التوصيل بواسطة مثقاب خاص وباستخدام ريشة لها قطر مناسب لنقطة التثبيت حيث تمر تلك الريشة بالنقطة المفرغة الموجودة بمركز نقطة التثبيت.

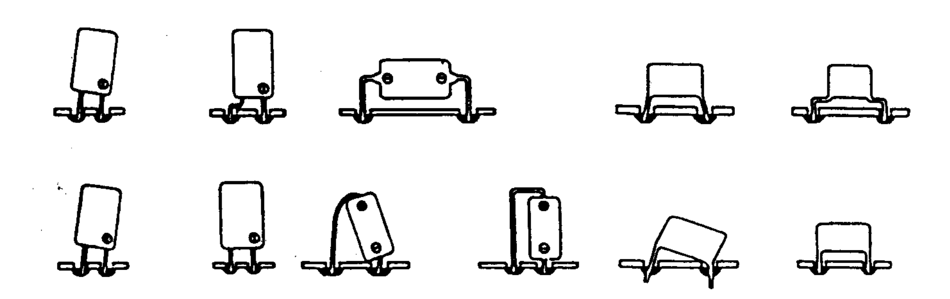
هـ - تثبيت العناصر الإلكترونية :

يفضل تثبيت العناصر الأنبوبية الشكل (مقاومات - ثنائيات) أفقيًا فى حين ينصح بالتثبيت الرأسى عندما تكون مساحة اللوحة المستخدمة غير كافية (يراعى ذلك عند خطة توزيع المكونات على لوحة التوصيل) كما يجب المحافظة على مسافة معقولة بين العنصر واللوحة المطبوعة للتهوية الجيدة. والشكل (٣) يبين طريقة التثبيت الصحيحة والخاطئة للمقاومات.



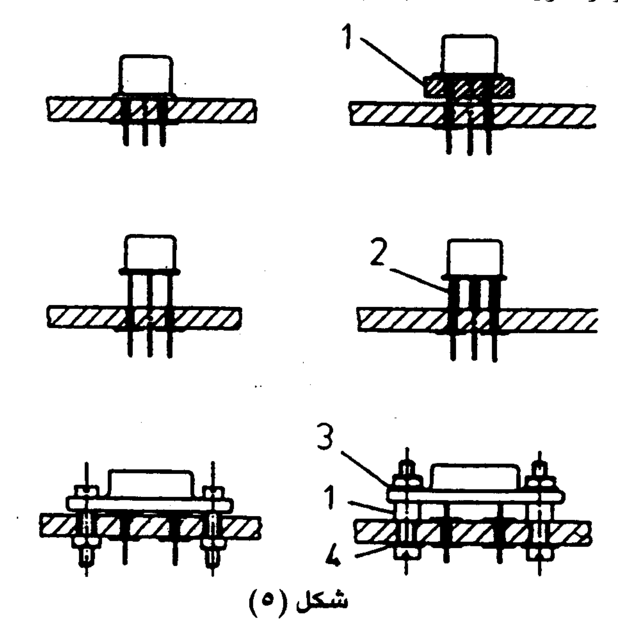
شكل (٣)

أما الشكل (٤) فيبين طرق التثبيت الصحيحة والخاطئة لأنواع مختلفة من المكثفات .



شكل (٤)

ويعرض كذلك الشكل (٥) طرق تثبيت الترانزستورات الصغيرة (أ) وكذلك طرق تثبيت ترانزستورات القدرة (ب) .



شكل (٥)

حيث إن :

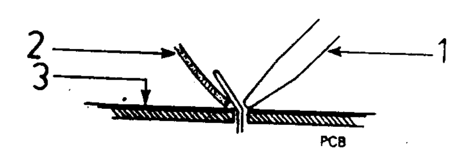
فاصل 1

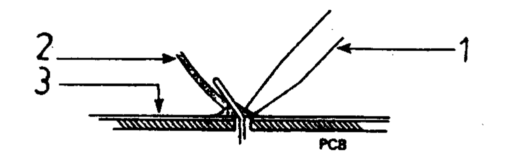
جلبة 2

وردة زنبركية	3
وردة عادية	4

و - لحام العناصر الإلكترونية:

باستخدام القصدير وكاوية اللحام يتم تثبيت العناصر على اللوحة المطبوعة كما بالشكل (٦).





شكل (٦)

حيث إن:

سلاح كاوية اللحام	1
سلك القصدير	2
طبقة النحاس للوحة المطبوعة	3

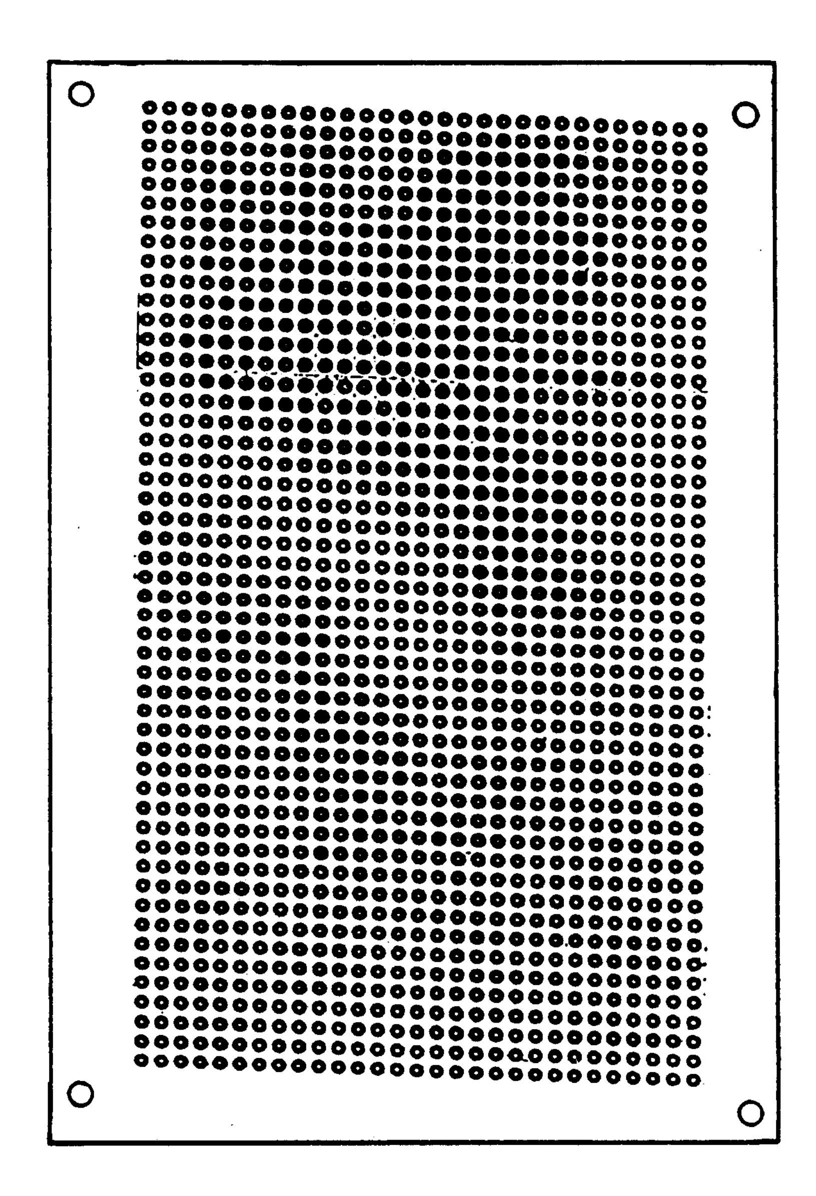
٣ - اللوحات المثقبة:

تستخدم اللوحات المثقبة فى تنفيذ المشاريع الإلكترونية وذلك لمن لم يتوفر لديهم الخبرات اللازمة لتنفيذ المشاريع الإلكترونية على اللوحات المطبوعة (PCB).

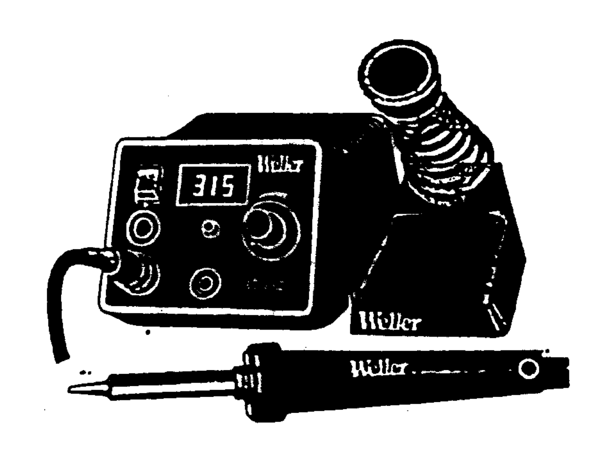
وتصنع هذه اللوحات من الفيبرجلاس أو البكاليت ويثبت عليها نقاط توصيل نحاسية مثقبة على مسافات متساوية تساوى 0.1 بوصة. وبهذه الطريقة يمكن الحصول على اختيارات متعددة لأماكن العناصر الإلكترونية مما يسهل عملية التوصيل فيما بينها. ويتم تثبيت العناصر الإلكترونية من الوجه العلوى للوحة المثقبة فى حين يتم عمل التوصيلات اللازمة بين العناصر الإلكترونية باستخدام أسلاك نحاسية معزولة أو عارية مساحة مقطعها $0.5mm^2$ من الوجه الخلفى.

والجدير بالذكر أنه يمكن فك العناصر بعد تنفيذ المشروع وذلك لاستخدام اللوحة

المثقبة فى مشروع آخر وهذا ما لا يتحقق عند استخدام اللوحات المطبوعة والشكل (٧) يعرض نموذجاً للوحة مثقبة. ويعاب على اللوحات المثقبة انفصال نقاط النحاس إذا تعرضت لدرجات حرارة عالية لذلك يفضل استخدام كاويات لحام من النوع الذى يمكن التحكم فى درجة حرارته والمبين بالشكل (٨).



شكل (٧)



شكل (٨)

ملحق (٢)

أوضاع أرجل أشباه الموصلات

الشكل التالى يعرض أوضاع أرجل الترانزستورات الثنائية القطبية وترانزستورات تأثير المجال FET وترانزستورات تأثير المجال أكسيد المعدن MOSFET والترانزستورات الأحادية الوصلة UJT والترانزستورات الأحادية الوصلة والمبرمجة PUT والثايروستورات SCR المستخدمة فى هذا الكتاب .

a B E C	b E B C	c E B C	d B C E
e C B E	f E C B	g B C E	h D S G
i D S G	j G2 G1 D S	k G S D	l K G A
m B1 E B2	n K A G		

والجدول التالى يبين رموز أشكال أشباه الموصلات المستخدمة فى هذا الكتاب علماً بأن أشكال أوضاع أرجل أشباه الموصلات مبينة بالشكل السابق.

رمز الشكل	شبه الموصل	رمز الشكل	شبه الموصل	رمز الشكل	شبه الموصل
J	BF 900	b	BC584	a	BC107
n	C106	b	BC639	a	BC140
a	2N1613	b	BC640	c	BC147
a	2N2219	F	BD136	b	BC238
g	2N2926	d	BD139	b	BC547
m	2N4853	F	BD679	b	BC548
h	2N4861	F	BD680	b	BC549
K	2N5457	i	BF256	b	BC557
L	2N6027	e	BF494	b	BC558